

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月24日
Date of Application:

出願番号 特願2003-016433
Application Number:

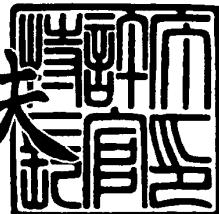
[ST. 10/C] : [JP2003-016433]

出願人 住友電気工業株式会社
Applicant(s):

2003年 8月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 102H0843

【提出日】 平成15年 1月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/42

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業
株式会社大阪製作所内

【氏名】 工原 美樹

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会
社横浜製作所内

【氏名】 山口 章

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【選任した代理人】

【識別番号】 100113435

【弁理士】

【氏名又は名称】 黒木 義樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光送受信モジュール及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定軸に沿って送信光を出射すると共に、該所定軸に沿って伝搬してくる受信光を受光する光送受信モジュールであって、

前記所定軸と交差するように設けられており、互いに対向する第1及び第2の主面を有する搭載基板と、

前記第1の主面上に搭載されており、第1の波長の光を出射する送信用半導体レーザと、

前記所定軸上であって前記第2の主面上に搭載されており、第2の波長の光を受光する受信用フォトダイオードと、

前記搭載基板の前記受信用フォトダイオードが搭載される部位に設けられており、前記第1及び第2の主面を連通する連通孔と、

前記所定軸上であって前記第1の主面と交差する部位に設けられており、前記第1の波長の光を反射すると共に前記第2の波長の光を透過させる第1のフィルタと、

を備え、

前記送信用半導体レーザから出射され前記第1の主面に沿って伝搬する前記第1の波長の光は、前記第1のフィルタにより反射され前記送信光として前記所定軸に沿って出射されると共に、前記所定軸に沿って伝搬してくる前記受信光としての前記第2の波長の光は、前記第1のフィルタを透過して前記連通孔を通って前記受信用フォトダイオードにより受光されるように構成されていることを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項2】 前記第1のフィルタとの間で前記送信用半導体レーザを挟むように前記搭載基板の前記第1の主面上に搭載されており、該送信用半導体レーザの背面光を受光するモニタ用フォトダイオードを備えることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項3】 前記送信用半導体レーザとの間で前記第1のフィルタを挟むように前記搭載基板の前記第1の主面上に搭載されており、該送信用半導体レー

ザから出射され該第1のフィルタを透過する光を受光するモニタ用フォトダイオードを備えることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項4】 前記受信用フォトダイオードは、裏面入射型の構造を有することを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項5】 前記受信用フォトダイオードと前記搭載基板の前記第2の主面との間には、前記第1の波長の光を遮断する第2のフィルタが設けられていることを特徴とする請求項4に記載の光送受信モジュール。

【請求項6】 前記受信用フォトダイオードは、前記第1の波長の光を吸収するフィルタ層を有することを特徴とする請求項4に記載の光送受信モジュール。

【請求項7】 前記第2の主面上に搭載されており、前記受信用フォトダイオードからの電気信号を増幅する増幅器を備えることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項8】 前記搭載基板は、
前記第1の主面とこれに対向する第3の主面を含む第1の基板と、
前記第2の主面とこれに対向する第4の主面を含む第2の基板と、
を有し、

前記第3及び第4の主面を向き合わせた状態で、前記第1及び第2の基板を組付けて形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項9】 前記所定軸上であって前記受信用フォトダイオードとの間に前記第1のフィルタを挟むように配置されており、前記送信光及び前記受信光を集光するためのレンズを備えることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項10】 前記搭載基板を収容する筐体を備えることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項11】 前記筐体は、
前記第1の主面側に配置される第1の筐体部と、
前記第2の主面側に配置される第2の筐体部と、
を有し、

前記搭載基板は、前記第1の筐体部と前記第2の筐体部との間で挟持された状態で収容されていることを特徴とする請求項10に記載の光送受信モジュール。

【請求項12】 前記搭載基板は樹脂モールドされていることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項13】 前記搭載基板は樹脂モールドされており、前記レンズはモールド樹脂中に埋め込まれていることを特徴とする請求項9に記載の光送受信モジュール。

【請求項14】 前記搭載基板の前記第1の主面側に設けられており、光ファイバが挿通されたフェルールを嵌め込んで保持する嵌合部を備えることを特徴とする請求項1に記載の光送受信モジュール。

【請求項15】 所定軸に沿って送信光を出射すると共に、該所定軸に沿って伝搬してくる受信光を受光する光送受信モジュールであって、

前記所定軸と交差するように設けられており、互いに対向する第1及び第2の主面を有する第1の搭載基板と、

前記第1の主面上に搭載されており、第1の波長の光を出射する送信用半導体レーザと、

前記所定軸と前記第1の搭載基板とが交差する部位に設けられており、前記第1及び第2の主面を連通する連通孔と、

前記所定軸と交差するように設けられており、互いに対向する第3及び第4の主面を有する第2の搭載基板と、

前記所定軸上であって前記第3の主面上に搭載されており、第2の波長の光を受光する受信用フォトダイオードと、

前記所定軸上であって前記第1の主面と交差する部位に設けられており、前記第1の波長の光を反射すると共に前記第2の波長の光を透過させる第1のフィルタと、
を備え、

前記第1の搭載基板と前記第2の搭載基板とは、前記第2の主面と前記第3の主面とが向かい合うようにして組み付けられており、

前記送信用半導体レーザから出射され前記第1の主面に沿って伝搬する前記第

1の波長の光は、前記第1のフィルタにより反射され前記送信光として前記所定軸に沿って出射されると共に、前記所定軸に沿って伝搬してくる前記受信光としての前記第2の波長の光は、前記第1のフィルタを透過して前記連通孔を通って前記受信用フォトダイオードにより受光されるように構成されていることを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項16】 前記第1のフィルタとの間で前記送信用半導体レーザを挟むように前記第1の搭載基板の前記第1の主面上に搭載されており、該送信用半導体レーザの背面光を受光するモニタ用フォトダイオードを備えることを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項17】 前記送信用半導体レーザとの間で前記第1のフィルタを挟むように前記第1の搭載基板の前記第1の主面上に搭載されており、該送信用半導体レーザから出射され該第1のフィルタを透過する光を受光するモニタ用フォトダイオードを備えることを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項18】 前記受信用フォトダイオードは、上面入射型の構造を有することを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項19】 前記第1の搭載基板の前記連通孔が設けられている部位における前記第2の主面上には、前記第1の波長の光を遮断する第2のフィルタが設けられていることを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項20】 前記第2の搭載基板の前記第3の主面上に搭載されており、前記受信用フォトダイオードからの電気信号を増幅する増幅器を備えることを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項21】 前記所定軸上であって前記受信用フォトダイオードとの間で前記第1のフィルタを挟むように配置されており、前記送信光及び前記受信光を集光するためのレンズを備えることを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項22】 前記第1の搭載基板の前記第1の主面側に配置される筐体を備え、

前記第1の搭載基板は、前記筐体と前記第2の搭載基板との間で挟持されてい

ることを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項23】 前記第1の搭載基板の前記第1の主面上は樹脂モールドされていることを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項24】 前記第1の搭載基板の前記第1の主面上は樹脂モールドされており、前記レンズはモールド樹脂中に埋め込まれていることを特徴とする請求項21に記載の光送受信モジュール。

【請求項25】 前記第1の搭載基板の前記第1の主面側に設けられており、光ファイバが挿通されたフェルールを嵌め込んで保持する嵌合部を備えることを特徴とする請求項15に記載の光送受信モジュール。

【請求項26】 請求項1に記載の光送受信モジュールを製造する方法であって、

前記搭載基板の前記第1及び第2の主面上に、前記送信用半導体レーザ及び前記受信用フォトダイオードのそれぞれを同時に実装する工程を備えることを特徴とする光送受信モジュールの製造方法。

【請求項27】 請求項8に記載の光送受信モジュールを製造する方法であって、

前記第1の主面上に前記送信用半導体レーザが搭載された前記第1の基板と、前記第2の主面上に前記受信用フォトダイオードが搭載された前記第2の基板とを、前記第3の主面と前記第4の主面とが向き合うようにして該第1の基板と該第2の基板とを組み付ける工程を備えることを特徴とする光送受信モジュールの製造方法。

【請求項28】 請求項15に記載の光送受信モジュールを製造する方法であって、

前記第1の主面上に前記送信用半導体レーザが搭載された前記第1の搭載基板と、前記第3の主面上に前記受信用フォトダイオードが搭載された前記第2の搭載基板とを、前記第2の主面と前記第3の主面とが向き合うようにして該第1の搭載基板と該第2の搭載基板とを組み付ける工程を備えることを特徴とする光送受信モジュールの製造方法。

【請求項29】 請求項13に記載の光送受信モジュールを製造する方法で

あって、

前記搭載基板と前記レンズとを金型内の所定位置に収容し、該金型内にモールド樹脂を注入する工程を備えることを特徴とする光送受信モジュールの製造方法。

【請求項30】 請求項24に記載の光送受信モジュールを製造する方法であって、

前記第1の搭載基板と前記レンズとを金型内の所定位置に収容し、該金型内にモールド樹脂を注入する工程を備えることを特徴とする光送受信モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバ通信に用いられる光送受信モジュール及びその製造方法に関し、特に一心双方向通信に好適な光送受信モジュール及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

一心双方向通信に好適な従来の光送受信モジュールとして、例えば特許文献1に開示されているものがある。この光送受信モジュールは、半導体レーザとフォトダイオードとを備えている。これら半導体レーザとフォトダイオードとは、金属製のパッケージに別々に収容されて、それぞれ発光モジュール及び受光モジュールを構成している。そして、光ファイバが挿入され固定されたフェルールに、これら発光モジュール及び受光モジュールが組み付けられている。この光送受信モジュールでは、フェルールに挿入固定された光ファイバは斜め研磨され反射・非反射コーティングが施された傾斜面を有しており、半導体レーザからの送信光とフォトダイオードへの受信光とは、この傾斜面で分離されるようになっている。

【0003】

【特許文献1】

米国特許第5841562号明細書

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した従来の光送受信モジュールでは、半導体レーザとフォトダイオードとは別々のパッケージに収容され、これらをフェルールに組付けて構成していたため、部品点数が多く組立の手間がかかることで低コスト化を図り難く、またモジュール全体の小型化にも限界があるといった問題があった。

【0005】

本発明は、上記した課題を解決するために為されたものであり、小型でコストの低減を図ることが可能な光送受信モジュール及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光送受信モジュールは、所定軸に沿って送信光を出射すると共に、所定軸に沿って伝搬してくる受信光を受光する光送受信モジュールである。このモジュールは、（1）所定軸と交差するように設けられており、互いに対向する第1及び第2の主面を有する搭載基板と、（2）第1の主面上に搭載されており、第1の波長の光を出射する送信用半導体レーザと、（3）所定軸上であって第2の主面上に搭載されており、第2の波長の光を受光する受信用フォトダイオードと、（4）搭載基板の受信用フォトダイオードが搭載される部位に設けられており、第1及び第2の主面を連通する連通孔と、（5）所定軸上であって第1の主面と交差する部位に設けられており、第1の波長の光を反射すると共に第2の波長の光を透過させる第1のフィルタと、を備える。そして、送信用半導体レーザから出射され第1の主面に沿って伝搬する第1の波長の光は、第1のフィルタにより反射され送信光として所定軸に沿って出射されると共に、所定軸に沿って伝搬してくる受信光としての第2の波長の光は、第1のフィルタを透過して連通孔を通って受信用フォトダイオードにより受光されるように構成されていることを特徴とする。

【0007】

この光送受信モジュールでは、同一の搭載基板に送信用半導体レーザと受信用フォトダイオードとを搭載しているため、従来のように別々のパッケージに収容してこれらをフェルールに組み付ける場合と比べて、部品点数が低減され組立の手間が省略されて低コスト化が図られると共に、モジュール全体の小型化が図られる。

【0008】

本発明に係る光送受信モジュールは、第1のフィルタとの間で送信用半導体レーザを挟むように搭載基板の第1の主面上に搭載されており、送信用半導体レーザの背面光を受光するモニタ用フォトダイオードを備えることを特徴としてもよい。あるいは、送信用半導体レーザとの間で第1のフィルタを挟むように搭載基板の第1の主面上に搭載されており、送信用半導体レーザから出射され第1のフィルタを透過する光を受光するモニタ用フォトダイオードを備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、背面光或いは第1のフィルタの透過光をモニタすることで、送信用半導体レーザから出射される送信光を好適に制御することが可能となる。

【0009】

本発明に係る光送受信モジュールでは、受信用フォトダイオードは、裏面入射型の構造を有することを特徴としてもよい。このようにすれば、裏面をそのまま搭載基板の第2の主面上に搭載できるため好ましい。

【0010】

本発明に係る光送受信モジュールでは、受信用フォトダイオードと搭載基板の第2の主面との間には、第1の波長の光を遮断する第2のフィルタが設けられていることを特徴としてもよい。このようにすれば、第2のフィルタにより、第1の主面側から連通孔を通して伝搬してくる送信用半導体レーザからの光が遮断され、クロストークが低減される。

【0011】

本発明に係る光送受信モジュールでは、受信用フォトダイオードは、第1の波長の光を吸収するフィルタ層を有することを特徴としてもよい。このようにすれば、受信用フォトダイオードのフィルタ層により、第1の主面側から連通孔を通

して伝搬してくる送信用半導体レーザからの光が吸収され、クロストークが低減される。

【0012】

本発明に係る光送受信モジュールは、第2の主面上に搭載されており、受信用フォトダイオードからの電気信号を増幅する増幅器を備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、受信用フォトダイオードからの微弱な電気信号が増幅器により増幅され、ノイズに対する耐性が向上される。

【0013】

本発明に係る光送受信モジュールでは、搭載基板は、第1の主面とこれに対向する第3の主面を含む第1の基板と、第2の主面とこれに対向する第4の主面を含む第2の基板と、を有し、第3及び第4の主面を向き合わせた状態で、第1及び第2の基板を組付けて形成されていることを特徴としてもよい。このようにすれば、送信用半導体レーザが搭載される第1の基板と、受信用フォトダイオードが搭載される第2の基板とを別々に製作し、それぞれ別々に検査をすることが可能であるため、良品だけを組付けて一体化することで、不良損が減少して歩留まりが向上される。

【0014】

本発明に係る光送受信モジュールは、所定軸上であって受信用フォトダイオードとの間で第1のフィルタを挟むように配置されており、送信光及び受信光を集光するためのレンズを備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、外部の光ファイバとの光学的な結合が良好になる。

【0015】

本発明に係る光送受信モジュールは、搭載基板を収容する筐体を備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、搭載基板に搭載された送信用半導体レーザや受信用フォトダイオードなどの素子が封止されることで、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。

【0016】

本発明に係る光送受信モジュールでは、筐体は、第1の主面側に配置される第1の筐体部と、第2の主面側に配置される第2の筐体部と、を有し、搭載基板は

、第1の筐体部と第2の筐体部との間で挟持された状態で収容されていることを特徴としてもよい。このようにすれば、搭載基板の筐体への収容を容易に行うことができる。

【0017】

本発明に係る光送受信モジュールでは、搭載基板は樹脂モールドされていることを特徴としてもよい。このようにすれば、搭載基板に搭載された送信用半導体レーザや受信用フォトダイオードなどの素子が封止されることで、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。

【0018】

本発明に係る光送受信モジュールでは、搭載基板は樹脂モールドされており、レンズはモールド樹脂中に埋め込まれていることを特徴としてもよい。このようにすれば、特別の固定手段を用いることなくレンズを固定することが可能となる。

【0019】

本発明に係る光送受信モジュールは、搭載基板の第1の主面側に設けられており、光ファイバが挿通されたフェルールを嵌め込んで保持する嵌合部を備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、嵌合部に光ファイバが挿通されたフェルールを嵌め込んで保持することで、光ファイバとの光学的な結合が図られる。

【0020】

本発明に係る光送受信モジュールは、所定軸に沿って送信光を出射すると共に、所定軸に沿って伝搬してくる受信光を受光する光送受信モジュールである。このモジュールは、（1）所定軸と交差するように設けられており、互いに対向する第1及び第2の主面を有する第1の搭載基板と、（2）第1の主面上に搭載されており、第1の波長の光を出射する送信用半導体レーザと、（3）所定軸と第1の搭載基板とが交差する部位に設けられており、第1及び第2の主面を連通する連通孔と、（4）所定軸と交差するように設けられており、互いに対向する第3及び第4の主面を有する第2の搭載基板と、（5）所定軸上であって第3の主面上に搭載されており、第2の波長の光を受光する受信用フォトダイオードと、

(6) 所定軸上であって第1の主面と交差する部位に設けられており、第1の波長の光を反射すると共に第2の波長の光を透過させる第1のフィルタと、を備える。そして、第1の搭載基板と第2の搭載基板とは、第2の主面と第3の主面とが向かい合うようにして組み付けられており、送信用半導体レーザから出射され第1の主面に沿って伝搬する第1の波長の光は、第1のフィルタにより反射され送信光として所定軸に沿って出射されると共に、所定軸に沿って伝搬してくる受信光としての前記第2の波長の光は、第1のフィルタを透過して連通孔を通って受信用フォトダイオードにより受光されるように構成されていることを特徴とする光送受信モジュール。

【0021】

この光送受信モジュールでは、第1の搭載基板に送信用半導体レーザを搭載し、第2の搭載基板に受信用フォトダイオードとを搭載しており、これらを組付けて構成しているため、従来のように別々のパッケージに収容してこれらをフェルールに組み付ける場合と比べて、部品点数が低減され組立の手間が省略されて低コスト化が図られると共に、モジュール全体の小型化が図られる。また、送信用半導体レーザが搭載される第1の搭載基板と、受信用フォトダイオードが搭載される第2の搭載基板とを別々に製作し、それぞれ別々に検査をすることが可能であるため、良品だけを組付けることで、不良損が減少して歩留まりが向上される。

【0022】

本発明に係る光送受信モジュールは、第1のフィルタとの間で送信用半導体レーザを挟むように第1の搭載基板の第1の主面上に搭載されており、送信用半導体レーザの背面光を受光するモニタ用フォトダイオードを備えることを特徴としてもよい。あるいは、送信用半導体レーザとの間で第1のフィルタを挟むように第1の搭載基板の第1の主面上に搭載されており、送信用半導体レーザから出射され第1のフィルタを透過する光を受光するモニタ用フォトダイオードを備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、背面光或いは第1のフィルタの透過光をモニタすることで、送信用半導体レーザから出射される送信光を好適に制御することが可能となる。

【0023】

本発明に係る光送受信モジュールでは、受信用フォトダイオードは、上面入射型の構造を有することを特徴としてもよい。このようにすれば、裏面をそのまま第2の搭載基板の第3の主面上に搭載できるため好ましい。

【0024】

本発明に係る光送受信モジュールでは、第1の搭載基板の連通孔が設けられている部位における第2の主面上には、第1の波長の光を遮断する第2のフィルタが設けられていることを特徴としてもよい。このようにすれば、第2のフィルタにより、第1の主面側から連通孔を通して伝搬してくる送信用半導体レーザからの光が遮断され、クロストークが低減される。

【0025】

本発明に係る光送受信モジュールは、第2の搭載基板の第3の主面上に搭載されており、受信用フォトダイオードからの電気信号を増幅する増幅器を備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、受信用フォトダイオードからの微弱な電気信号が増幅器により増幅され、ノイズに対する耐性が向上される。

【0026】

本発明に係る光送受信モジュールは、所定軸上であって受信用フォトダイオードとの間で第1のフィルタを挟むように配置されており、送信光及び受信光を集光するためのレンズを備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、外部の光ファイバとの光学的な結合が良好になる。

【0027】

本発明に係る光送受信モジュールは、第1の搭載基板の第1の主面側に配置される筐体を備え、第1の搭載基板は、筐体と第2の搭載基板との間で挟持されていることを特徴としてもよい。このようにすれば、第1の搭載基板に搭載された送信用半導体レーザ、第2の搭載基板に搭載された受信用フォトダイオードなどの素子が封止されることで、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。

【0028】

本発明に係る光送受信モジュールでは、第1の搭載基板の第1の主面上は樹脂

モールドされていることを特徴としてもよい。このようにすれば、第1の搭載基板に搭載された送信用半導体レーザなどの素子が封止されることで、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。

【0029】

本発明に係る光送受信モジュールでは、第1の搭載基板の第1の主面上は樹脂モールドされており、レンズはモールド樹脂中に埋め込まれていることを特徴としてもよい。このようにすれば、特別の固定手段を用いることなくレンズを固定することが可能となる。

【0030】

本発明に係る光送受信モジュールでは、第1の搭載基板の第1の主面側に設けられており、光ファイバが挿通されたフェルールを嵌め込んで保持する嵌合部を備えることを特徴としてもよい。このようにすれば、嵌合部に光ファイバが挿通されたフェルールを嵌め込んで保持することで、光ファイバとの光学的な結合が図られる。

【0031】

本発明に係る光送受信モジュールの製造方法は、上記した構成の光送受信モジュールを製造する方法である。この方法は、搭載基板の第1及び第2の主面上に、送信用半導体レーザ及び受信用フォトダイオードのそれぞれを同時に実装する工程を備えることを特徴とする。このように同時実装を行うことで、製造効率の向上が図られる。

【0032】

本発明に係る光送受信モジュールの製造方法は、上記した構成の光送受信モジュールを製造する方法である。この方法は、第1の主面上に送信用半導体レーザが搭載された第1の基板と、第2の主面上に受信用フォトダイオードが搭載された第2の基板とを、第3の主面と第4の主面とが向き合うようにして第1の基板と第2の基板とを組み付ける工程を備えることを特徴とする。このようにすれば、送信用半導体レーザが搭載される第1の基板と、受信用フォトダイオードが搭載される第2の基板とを別々に製作し、それぞれ別々に検査をすることが可能であるため、良品だけを組付けて一体化することで、不良損が減少して歩留まりが

向上される。

【0033】

本発明に係る光送受信モジュールの製造方法は、上記した構成の光送受信モジュールを製造する方法である。この方法は、第1の主面上に送信用半導体レーザが搭載された第1の搭載基板と、第3の主面上に受信用フォトダイオードが搭載された第2の搭載基板とを、第2の主面と第3の主面とが向き合うようにして第1の搭載基板と第2の搭載基板とを組み付ける工程を備えることを特徴とする。このようにすれば、送信用半導体レーザが搭載される第1の搭載基板と、受信用フォトダイオードが搭載される第2の搭載基板とを別々に製作し、それぞれ別々に検査をすることが可能であるため、良品だけを組付けることで、不良損が減少して歩留まりが向上される。

【0034】

本発明に係る光送受信モジュールの製造方法は、上記した構成の光送受信モジュールを製造する方法である。この方法は、搭載基板とレンズとを金型内の所定位置に収容し、金型内にモールド樹脂を注入する工程を備えることを特徴とする。このようにすれば、モールド樹脂による樹脂モールドとレンズの埋め込みとを同時に行うことができ、製造効率の向上が図られる。

【0035】

本発明に係る光送受信モジュールの製造方法は、上記した構成の光送受信モジュールを製造する方法である。この方法は、第1の搭載基板とレンズとを金型内の所定位置に収容し、金型内にモールド樹脂を注入する工程を備えることを特徴とする。このようにすれば、モールド樹脂による樹脂モールドとレンズの埋め込みとを同時に行うことができ、製造効率の向上が図られる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0037】

(第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る光送受信モジュール10の構成を示す縦断面図である。また図2は、上部筐体32を取り外した状態での光送受信モジュール10の構成を示す平面図である。図1及び図2に示すように、光送受信モジュール10は、光軸X（所定軸）に沿って送信光を出射すると共に、光軸Xに沿って伝搬してくる受信光を受光する一心双方向通信に好適なモジュールである。本実施形態では、送信光と受信光とは異なる波長の光とし、例えば送信光を1.3μmの波長の光とし、受信光を1.55μmの波長の光とする。

【0038】

この光送受信モジュール10は、図1及び図2に示すように、互いに対向する上面（第1の正面）12aと下面（第2の正面）12bとを有する搭載基板12を備えている。この搭載基板12は外形が矩形状をなし、光軸Xと直交するように配置されている。この搭載基板12は、例えば液晶ポリマやポリイミド等の樹脂材料から形成されており、遮光性を有する。

【0039】

搭載基板12の上面12aであって光軸Xと交差する部位の近傍には、送信用半導体レーザ14が搭載されている。この送信用半導体レーザ14は、例えばInGaAsPから形成されており、第1の波長λ1（例えば1.3μm）の光を出射する。この送信用半導体レーザ14では、前面14aと背面14bとに反射膜がコーティングされて共振器が構成されており、前面14aから出射された光が搭載基板12の上面12aに沿う方向に伝搬する。

【0040】

搭載基板12の下面12bであって光軸Xと交差する部位には、第2の波長λ2（例えば1.55μm）の光を受光する受信用フォトダイオード16が搭載されている。この受信用フォトダイオード16は、図1に示すように、裏面入射型の構造を有すると好ましい。このようにすれば、裏面16aをそのまま搭載基板12の下面12b上に搭載することができる。この受信用フォトダイオード16は、例えばInGaAs/InPより形成されており、1.0μm～1.6μmの波長の光を高感度で受信することができる。この受信用フォトダイオード16では、裏面16aと対向する上面16b側に図示しないP電極及びN電極が設け

られている。一般に、裏面入射型のフォトダイオードでは、円板状のP電極は面積を小さくすることができるため、受光径を例えば $50\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 程度に小さくすることができる。従って、p-n接合の静電容量を小さくすることができるとなって、高速化及び高感度化が図られる。なお、本実施形態では上面16b側にP-N両電極を設けているが、これに限らずN電極は裏面16a側に設けてよい。

【0041】

搭載基板12の受信用フォトダイオード16が搭載される部位には、上面12aと下面12bとを連通する連通孔18が設けられている。これにより、搭載基板12の上面12aから伝搬してくる受信光を、連通孔18を通して受信用フォトダイオード16により受光できるようになっている。

【0042】

また光軸X上であって搭載基板12の上面12aと交差する部位には、第1の波長 λ_1 の光を反射すると共に、第2の波長 λ_2 の光を透過させるフィルタ（第1のフィルタ）20が設けられている。このフィルタ20は、例えば誘電体多層膜フィルタにより構成されており、光軸Xに対して所定角度（45度）で配置されている。このフィルタ20の固定は、例えば搭載基板12に設けられた溝内に一端を嵌め込むことで実現される。

【0043】

搭載基板12の上面12a上であって、フィルタ20を挟んで送信用半導体レーザ14の反対側には、モニタ用フォトダイオード22が搭載されている。このモニタ用フォトダイオード22は上面入射型の構造を有し、受光面22aがフィルタ20と向き合うように、搭載基板12の上面12aに傾斜して搭載されている。このモニタ用フォトダイオード22は、送信用半導体レーザ14の前面14aから出射され、フィルタ20を透過してくる僅か数%の光を受光する。このように、モニタ用フォトダイオード22により送信用半導体レーザ14の出射状態をモニタし、フィードバック制御することで、出射状態を好適に制御することが可能となる。なお、モニタ用フォトダイオード22を上面入射型の構造とすることで、最も一般的で安価であり、且つ実装が容易なことから作業効率の向上が図

られ、コストの抑制が図られる。

【0044】

搭載基板12の上下面12a, 12bには、それぞれ外部との電気的な信号の授受を行うためのリードピン24が搭載されており、これらリードピン24は筐体26の側壁から外部に引き出されている。そして、送信用半導体レーザ14、受信用フォトダイオード16、及びモニタ用フォトダイオード22等の各素子と各リードピン24とは、ボンディングワイヤ28により電気的に接続されている。このとき、図1に示すように、搭載基板12の下面12bの受信用フォトダイオード16が搭載される部位に凹部30を設け、この凹部30に受信用フォトダイオード16を搭載するようにすれば、受信用フォトダイオード16の上面16bと搭載基板12の下面12bとの高低差が低減され、ボンディングワイヤ28の長さを短くしてより一層の高速化を図ることが可能となるため好ましい。

【0045】

また本実施形態に係る光送受信モジュール10は、搭載基板12を収容する筐体26を備えている。この筐体26は、鉄、銅、鉄コバルトニッケル合金、ステンレス等の金属材料や、エポキシ樹脂、液晶ポリマ等の樹脂材料から形成されている。この筐体26は、搭載基板12の上面12a側に配置される上部筐体（第1の筐体部）32と、搭載基板12の下面12b側に配置される下部筐体（第2の筐体部）34とを有している。これら上下部筐体32, 34は、それぞれ搭載基板12と平行に延びると共に搭載基板12と略同一の面積を有する底壁部32a, 34aと、底壁部32a, 34aの周縁に設けられた側壁部32b, 34bとを含み、縦断面がコの字型をなす。従って、搭載基板12は、上面12a側に設けられた上部筐体32の側壁部32bと、下面12b側に設けられた下部筐体34の側壁部34bとの間で、挟持された状態で収容されている。そして、上部筐体32の底壁部32aの光軸Xと交差する部位には、円形の孔36が設けられており、この孔36内にボールレンズ38が嵌め込み固定されている。このボールレンズ38は、送信光及び受信光を集光するために設けられたものであり、これにより図示しない外部の光ファイバとの間の結合効率の向上が図られる。

【0046】

次に、上記した本実施形態に係る光送受信モジュール10の動作について説明する。

【0047】

リードピン24を介して電気信号により送信用半導体レーザ14を駆動すると、前面14aから第1の波長 λ_1 の光が出射される。この光は、搭載基板12の上面12aに沿って伝搬してフィルタ20に至る（矢印A参照）。そして、一部の数%の光は、フィルタ20を透過してモニタ用フォトダイオード22により受光される（矢印B参照）。そして、モニタ用フォトダイオード22からの情報に基づいて、送信用半導体レーザ14の出射状態がモニタされ、フィードバック制御が施されることで、送信用半導体レーザ14の出射状態が好適に制御される。

【0048】

送信用半導体レーザ14から出射されフィルタ20に至る光のほとんどは、このフィルタ20により反射される。そして、進行方向を略90°変更され、光軸Xに沿って送信光として伝搬する（矢印C参照）。そして、ボールレンズ38により集光され、図示しない外部の光ファイバに向けて出射される。

【0049】

一方、図示しない外部の光ファイバ内を伝搬し、光軸Xに沿って伝搬してきた第2の波長 λ_2 の受信光は、ボールレンズ38により集光される。そして、フィルタ20を透過され搭載基板12の連通孔18を通って受信用フォトダイオード16により受光される（矢印D参照）。そして、光電変換により生成された電気信号が、リードピン24を介して外部に取り出される。

【0050】

次に、本実施形態に係る光送受信モジュール10の製造方法の一例について説明する。

【0051】

図3及び図4は、本実施形態に係る光送受信モジュール10の製造方法を説明する図である。図3に示すように、まず搭載基板12を準備する。この搭載基板12には連通孔18が設けられており、更に受信用フォトダイオード16を搭載するための凹部30とモニタ用フォトダイオード22を斜め実装するための傾斜

面12cが設けられている。

【0052】

そして、送信用半導体レーザ14、モニタ用フォトダイオード22、受信用フォトダイオード16、及びリードピン24を、搭載基板12の上下面12a、12bにリフロー等により同時に実装する。なお、図3ではフィルタ20を搭載基板12に予め固定しておく場合について説明しているが、フィルタ20は後から固定するようにしてもよい。

【0053】

次に、送信用半導体レーザ14、モニタ用フォトダイオード22、及び受信用フォトダイオード16などの各素子とリードピン24との間にワイヤボンディング28を施す。

【0054】

そして、図4に示すように、ボールレンズ38が設けられた上部筐体32を搭載基板12の上面12a側に配置し、また下部筐体34を搭載基板12の下面12b側に配置して、側壁部32b、34bを介して上部筐体32と下部筐体34との間に搭載基板12を挟持させる。このようにして、光送受信モジュール10が製造される。

【0055】

次に、本実施形態に係る光送受信モジュール10の作用及び効果について説明する。

【0056】

本実施形態に係る光送受信モジュール10では、同一の搭載基板12に送信用半導体レーザ14と受信用フォトダイオード16とを搭載しているため、従来のように別々のパッケージに収容してこれらをフェルールに組み付ける場合と比べて、部品点数が低減され組立の手間が省略されて低コスト化を図ることが可能であると共に、モジュール全体の小型化を図ることが可能となる。

【0057】

また本実施形態に係る光送受信モジュール10では、搭載基板12の上面12aに送信用半導体レーザ14を搭載し、下面12bに受信用フォトダイオード1

6を搭載して、搭載基板12により送信側と受信側とを分離しているため、クロストークを低減することが可能となる。

【0058】

また本実施形態に係る光送受信モジュール10では、光軸Xに対して搭載基板12を直交するように配置し、送信用半導体レーザ14からの光をフィルタ20により反射するように構成しているため、搭載基板12の上面12aであってフィルタ20を挟んで半導体レーザ14の反対側の領域の有効利用を図ることが可能となる。例えば、本実施形態ではフィルタ20を挟んで送信用半導体レーザ14の反対側にモニタ用フォトダイオード22を搭載することにより、搭載基板12の上面12aの有効利用が図られている。

【0059】

また、このようにモニタ用フォトダイオード22を搭載し、フィルタ20を透過してきた光をモニタすることで、送信用半導体レーザ14から出射される送信光を好適に制御することが可能となる。また、上面入射型の構造のモニタ用フォトダイオード22を利用することで、価格的にまた作業効率の観点から、コストの抑制を図ることが可能となる。

【0060】

また本実施形態に係る光送受信モジュール10では、受信用フォトダイオード16は裏面入射型の構造を有するため、裏面16aをそのまま搭載基板12の下面12b上に搭載でき、実装の容易化を図ることが可能となる。また、受光径を例えば $50\mu m \sim 100\mu m$ 程度に小さくすることができるため、p-n接合の静電容量を小さくすることが可能となって、高速化及び高感度化を図ることが可能となる。

【0061】

また本実施形態に係る光送受信モジュール10では、ボールレンズ38を設けることにより、図示しない外部の光ファイバとの間の結合効率の向上を図ることが可能となる。

【0062】

また本実施形態に係る光送受信モジュール10では、搭載基板12を収容する

筐体26を設けたことにより、搭載基板12に搭載された送信用半導体レーザ14や受信用フォトダイオード16などの素子が封止されて、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。特に、筐体26を上部筐体32と下部筐体34とで構成し、搭載基板12を上部筐体32と下部筐体34との間で挟持するよう構成したため、搭載基板12の筐体26への収容を容易に行うことが可能となる。

【0063】

また本実施形態に係る光送受信モジュール10の製造方法では、送信用半導体レーザ14、モニタ用フォトダイオード16、受信用フォトダイオード22、及びリードピン24を、搭載基板12の上下面12a, 12bにリフロー等により同時に実装するため、作業効率の向上を図ることが可能となる。

【0064】

(第2実施形態)

次に、第2実施形態に係る光送受信モジュールについて説明する。なお、上記した第1実施形態に係る光送受信モジュールと同一の要素には同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

【0065】

図5は、第2実施形態に係る光送受信モジュール40の構成を示す断面図である。この光送受信モジュール40では、搭載基板12の上面12a側の構成が第1実施形態に係る光送受信モジュール10と相違する。

【0066】

すなわち、この光送受信モジュール40では、モニタ用フォトダイオード22が、搭載基板12の上面12aであって、フィルタ20に対して送信用半導体レーザ14と同じ側に配置されている。そして、モニタ用フォトダイオード22の受光面22aは送信用半導体レーザ14の背面14bと対面している。このモニタ用フォトダイオード22は、送信用半導体レーザ14の背面光を受光して、送信用半導体レーザ14の出射状態をモニタする(矢印E参照)。そして、モニタ用フォトダイオード22により光電変換されて生成された電気信号に基づいて、フィードバック制御を施すことで、送信用半導体レーザ14の出射状態を好適に

制御することが可能となる。

【0067】

(第3実施形態)

次に、第3実施形態に係る光送受信モジュールについて説明する。なお、上記した第1及び第2実施形態に係る光送受信モジュールと同一の要素には同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

【0068】

図6は、第3実施形態に係る光送受信モジュール50の構成を示す断面図である。この光送受信モジュール50では、搭載基板12の下面12b側の構成が第1実施形態に係る光送受信モジュール10と相違する。

【0069】

すなわち、この光送受信モジュール50は、搭載基板12の下面12bに増幅器52が搭載されている。そして、受信用フォトダイオード16の図示しないP電極と増幅器52の入力部とがボンディングワイヤ28により接続されており、また増幅器52の出力部とリードピン24とがボンディングワイヤ28により接続されている。この増幅器52は、受信用フォトダイオード16からの電気信号を増幅する。

【0070】

受信用フォトダイオード16からの電気信号は、非常に微弱でノイズを受け易いため、このように受信用フォトダイオード16の近傍に増幅器52を設けて電気信号を増幅することにより、ノイズに対する耐性が向上される。この増幅器52としては、増幅回路としてのSi-ICや、GaAs-ICを用いることができる。

【0071】

またこの光送受信モジュール50では、受信用フォトダイオード16の構成が第1実施形態に係る光送受信モジュール10と相違する。すなわち、この受信用フォトダイオード16は、第2の波長の光を吸収するフィルタ層を有している。図7は、受信用フォトダイオード16の構成を示す断面図である。図7に示すように、この受信用フォトダイオード16は、厚さ200μm～350μmのIn

P基板54の上面に、厚さ $3\text{ }\mu\text{m}\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ のInGaAsP層56 ($\lambda_g=1.4\text{ }\mu\text{m}$)、厚さ $3\text{ }\mu\text{m}\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ のInGaAs層58、及び厚さ $1\text{ }\mu\text{m}\sim 2\text{ }\mu\text{m}$ のInPキャップ層60を順次積層し、またInP基板54の裏面に厚さ $3\text{ }\mu\text{m}\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ のInGaAsP層62 ($\lambda_g=1.4\text{ }\mu\text{m}$)を積層して形成されている。そして、InPキャップ層60の中央部分には、Zn拡散によるp⁺領域64が形成されており、このp⁺領域64はInGaAs層58の中まで至っている。これらInGaAsP層56, 62は、それぞれ第1の波長 λ_1 (1.3 μm)の光を吸収するフィルタ層として機能する。

【0072】

従って、この光送受信モジュール50では、受信光としての第2の波長 λ_2 (1.55 μm)の光は感度良く受光され、連通孔18を通して僅かに伝搬していく送信光としての第1の波長 λ_1 (1.3 μm)の光は遮断される。その結果、クロストークが20~30dB程度改善される。

【0073】

(第4実施形態)

次に、第4実施形態に係る光送受信モジュールについて説明する。なお、上記した第1~第3実施形態に係る光送受信モジュールと同一の要素には同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

【0074】

図8は、第4実施形態に係る光送受信モジュール70の構成を示す断面図である。この光送受信モジュール70では、搭載基板12の下面12b側の構成が第1実施形態に係る光送受信モジュール10と相違する。

【0075】

すなわち、この光送受信モジュール70では、搭載基板12の下面12bに第3実施形態に係る光送受信モジュール50と同様な増幅器52が搭載されている。また、受信用フォトダイオード16と搭載基板12の下面12bとの間に、受信光としての第2の波長 λ_2 (1.55 μm)の光を透過させる一方、送信光としての第1の波長 λ_1 (1.3 μm)の光を遮断するフィルタ (第2のフィルタ) 72が設けられている。このフィルタ72は、第1の波長 λ_1 の光を吸収する

ものであっても、反射するものであってよい。このフィルタ72は、例えば誘電体多層膜フィルタから構成することができる。

【0076】

従って、この光送受信モジュール70でも、受信光としての第2の波長 λ_2 の光は感度良く受光され、連通孔18を通して僅かに伝搬してくる送信光としての第1の波長 λ_1 の光は遮断される。その結果、クロストークが10～20dB程度改善される。

【0077】

(第5実施形態)

次に、第5実施形態に係る光送受信モジュールについて説明する。なお、上記した第1～第4実施形態に係る光送受信モジュールと同一の要素には同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

【0078】

図9は、第5実施形態に係る光送受信モジュール80の構成を示す断面図である。この光送受信モジュール80では、搭載基板12の構成が第4実施形態に係る光送受信モジュール70と相違する。すなわち搭載基板12は、光軸Xと直交するように設けられた、上部基板(第1の基板)82と下部基板(第2の基板)84とから構成されている。上部基板82は、互いに対向する上面(第1の主面)82a及び下面(第3の主面)82bを有している。また、下部基板84は、互いに対向する上面(第4の主面)84a及び下面(第2の主面)84bを有している。そして、上部基板82の下面82bと下部基板84の上面84aとを向き合わせた状態で、上部基板82と下部基板84とが貼り合わされて組み付けられている。よって、上部基板82の上面82aが搭載基板12の上面12aを構成し、下部基板84の下面84bが搭載基板12の下面12bを構成している。そして、上部基板82と下部基板84とに同軸の孔が設けられ、搭載基板12の上面12aと下面12bとを連通する連通孔18が形成されている。

【0079】

次に、本実施形態に係る光送受信モジュール80の製造方法の一例について説明する。

【0080】

図10及び図11は、本実施形態に係る光送受信モジュール80の製造方法を説明する図である。まず、図10に示すように、上部基板82の上面82aに送信用半導体レーザ14、モニタ用フォトダイオード22、リードピン24、及びフィルタ20を搭載し、ワイヤボンディング28を施して送信側のモジュールを形成する。次に、下部基板84の下面84bに受信用フォトダイオード16、増幅器52、及びリードピン24を搭載し、ワイヤボンディング28を施して受信側のモジュールを形成する。

【0081】

次に、送信側のモジュールと受信側のモジュールとで別々に検査を行い、不良品を排除する。そして、図10に示すように、上部基板82の下面82bと下部基板84の上面84aとを貼り合せ、送信側のモジュールと受信側のモジュールとを組み付ける。

【0082】

そして、図11に示すように、ボールレンズ38が設けられた上部筐体32を搭載基板12の上面12a側に配置し、また下部筐体34を搭載基板12の下面12b側に配置して、側壁部32b, 34bを介して上部筐体32と下部筐体34との間に搭載基板12を挟持させる。このようにして、光送受信モジュール80が製造される。

【0083】

本実施形態に係る光送受信モジュール80及びその製造方法によれば、上部基板82に送信用半導体レーザ14が搭載された送信側のモジュールと、下部基板84に受信用フォトダイオード16が搭載された受信側のモジュールとを別々に製作し、それぞれ別々に検査をすることが可能であるため、良品だけを組付けて一体化することで、不良品が減少して歩留まりの向上を図ることが可能となる。

【0084】

また、搭載基板12を上部基板82と下部基板84とに分割することにより、放熱性、絶縁性、伸縮性、及び誘電率等の諸特性を勘案して、それぞれの基板の材質を最適化することが可能となる。例えば、上部基板82及び下部基板84の

それぞれは、コストの観点から例えば液晶ポリマやポリイミド等の樹脂材料から形成してもよいし、放熱性の観点からシリコン基板から形成してもよい。また、塗化アルミ（AlN）やアルミナ（Al₂O₃）から形成してもよい。但し、これら上部基板82と下部基板84とは、クロストークを低減するため、少なくともいずれか一方は遮光性を有する材料から形成すると好ましい。

【0085】

（第6実施形態）

次に、第6実施形態に係る光送受信モジュールについて説明する。なお、上記した第1～第5実施形態に係る光送受信モジュールと同一の要素には同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

【0086】

図12は、第6実施形態に係る光送受信モジュール90の構成を示す断面図である。この光送受信モジュール90は、搭載基板12が樹脂モールドされている点で第5実施形態に係る光送受信モジュール80と相違する。すなわち、第5実施形態に係る光送受信モジュール80では筐体26により搭載基板12を封止していたが、本実施形態に係る光送受信モジュール90では、樹脂材料により樹脂モールドして搭載基板12を封止しており、ポールレンズ38はこのモールド樹脂92中に埋め込まれている。

【0087】

搭載基板12を封止するモールド樹脂92としては、例えばエポキシ樹脂等が挙げられる。但し、送信光や受信光が伝搬する光路やボンディングワイヤが施されている部位は、図12に示すように、透光性を有し且つ比較的柔らかいシリコーン樹脂、アクリル系樹脂等の樹脂94によりモールドされていると好ましい。

【0088】

次に、本実施形態に係る光送受信モジュール90の製造方法の一例について説明する。

【0089】

まず、図10を用いて上記第5実施形態で説明したのと同様にして、送信側のモジュールと受信側のモジュールとを組み付けたものを用意する。そして、図1

3に示すように、搭載基板12の上面12aと下面12bとに、シリコーン樹脂等の透光性を有し且つ柔らかい樹脂94により、樹脂ポッティングを施す。

【0090】

そして、図14に示すように、モールド樹脂94によるモールド部分が所望の外形となるような内部形状を有する金型96内の所定位置に、上記樹脂ポッティング94を施した搭載基板12とボールレンズ38とを収容する。なお、この金型96は上部金型96aと下部金型96bとから構成され、下部金型96bにはボールレンズ38を位置決めするための凹部96cが形成されている。そして、金型96内にエポキシ樹脂等のモールド樹脂92を充填する。このようにして、光送受信モジュール90が製造される。

【0091】

本実施形態に係る光送受信モジュール90によれば、搭載基板12に搭載された送信用半導体レーザ14や受信用フォトダイオード16、モニタ用フォトダイオード22、及び増幅器52などの素子がモールド樹脂92、94により封止されることで、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。また、筐体26により封止する場合と比べて、より安価に封止を実現することが可能となる。特に、ボールレンズ38はモールド樹脂94中に埋め込まれているため、特別の固定手段を用いることなく固定することが可能となって、コストの低減が図られる。

【0092】

また本実施形態に係る光送受信モジュール90の製造方法によれば、モールド樹脂92による樹脂モールドとボールレンズ38の埋め込みとを同時にを行うことができ、製造効率の向上を図ることが可能となる。

【0093】

(第7実施形態)

次に、第7実施形態に係る光送受信モジュールについて説明する。なお、上記した第1～第6実施形態に係る光送受信モジュールと同一の要素には同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

【0094】

図15は、第7実施形態に係る光送受信モジュール100の構成を示す縦断面図である。図15に示すように、光送受信モジュール100は、光軸X（所定軸）に沿って送信光を出射すると共に、光軸Xに沿って伝搬してくる受信光を受光する一心双方向通信に好適なモジュールである。本実施形態でも、送信光と受信光とは異なる波長の光とし、例えば送信光を1.3μmの波長の光とし、受信光を1.55μmの波長の光とする。

【0095】

この光送受信モジュール100は、図15に示すように、互いに対向する上面（第1の正面）102aと下面（第2の正面）102bとを有する上部搭載基板（第1の搭載基板）102を備えている。この上部搭載基板102は、外形が矩形状をなし、光軸Xと直交するように配置されている。この上部搭載基板102は、例えば液晶ポリマやポリイミド等の樹脂材料から形成されており、遮光性を有する。

【0096】

上部搭載基板102の上面102aであって光軸Xと交差する部位の近傍には、送信用半導体レーザ14が搭載されている。この送信用半導体レーザ14は、例えばInGaAsPから形成されており、第1の波長λ1（例えば1.3μm）の光を出射する。この送信用半導体レーザ14では、前面14aと背面14bとに反射膜がコーティングされて共振器が構成されており、前面14aから出射された光が搭載基板102の上面102aに沿う方向に伝搬する。

【0097】

また光送受信モジュール100は、図15に示すように、互いに対向する上面（第3の正面）104aと下面（第4の正面）104bとを有する下部搭載基板（第2の搭載基板）104を備えている。この下部搭載基板104は、上部搭載基板102と同じく外形が矩形状をなし、光軸Xと直交するように配置されている。この下部搭載基板104は、例えば液晶ポリマやポリイミド等の樹脂材料から形成されている。この下部搭載基板104の上面104aの周縁には、側壁部106が設けられている。

【0098】

この下部搭載基板104の上面104aであって光軸Xと交差する部位には、第2の波長 λ_2 （例えば1.55μm）の光を受光する受信用フォトダイオード16が搭載されている。この受信用フォトダイオード16は、図15に示すように、上面入射型の構造を有する。このように、上面入射型の構造のモニタ用フォトダイオードは、最も一般的で安価であり、且つ実装が容易なことから作業効率の向上が図られ、コストの抑制が図られる。この受信用フォトダイオード16は、例えばInGaAs/InPより形成されており、1.0μm～1.6μmの波長の光を高感度で受信することができる。この受信用フォトダイオード16では、裏面16aと対向する上面16b側に図示しないP電極及びN電極が設けられている。

【0099】

これら上部搭載基板102と下部搭載基板104とは、下部搭載基板104の側壁部106を介して、上部搭載基板102の下面102bと下部搭載基板104の上面104aとが向かい合うようにして組み付けられている。

【0100】

上部搭載基板102の光軸Xと交差する部位には、上面102aと下面102bとを連通する連通孔18が設けられている。これにより、上部搭載基板102の上面102aから伝搬してくる受信光を、連通孔18を通して下部搭載基板104上に搭載された受信用フォトダイオード16により受光できるようになっている。

【0101】

また光軸X上であって上部搭載基板102の上面102aと交差する部位には、第1の波長 λ_1 の光を反射すると共に、第2の波長 λ_2 の光を透過させるフィルタ（第1のフィルタ）20が設けられている。このフィルタ20は、例えば誘電体多層膜フィルタにより構成されており、光軸Xに対して所定角度（45度）で配置されている。このフィルタ20の固定は、例えば上部搭載基板102に設けられた溝内に一端を嵌め込むことで実現される。

【0102】

上部搭載基板102の上面102a上であって、フィルタ20を挟んで送信用

半導体レーザ14の反対側には、モニタ用フォトダイオード22が搭載されている。このモニタ用フォトダイオード22は上面入射型の構造を有し、受光面22aがフィルタ20と向き合うように、上部搭載基板102の上面102aに傾斜して搭載されている。このモニタ用フォトダイオード22は、送信用半導体レーザ14の前面14aから出射され、フィルタ20を透過してくる僅か数%の光を受光する。このように、モニタ用フォトダイオード22により送信用半導体レーザ14の出射状態をモニタし、フィードバック制御することで、送信用半導体レーザ14の出射状態を好適に制御することが可能となる。なお、モニタ用フォトダイオード22を上面入射型の構造とすることで、最も一般的で安価であり、且つ実装が容易なことから作業効率の向上が図られ、コストの抑制が図られる。

【0103】

また、上部搭載基板102の下面であって連通孔18が設けられた部位には、受信光としての第2の波長 λ_2 (1.55 μ m) の光を透過させる一方、送信光としての第1の波長 λ_1 (1.3 μ m) の光を遮断するフィルタ（第2のフィルタ）72が設けられている。このフィルタ72は、第1の波長 λ_1 の光を吸収するものであっても、反射するものであってよい。このフィルタ72は、例えば誘電体多層膜フィルタから構成することができる。

【0104】

従って、この光送受信モジュール100では、受信光としての第2の波長 λ_2 の光は受信用フォトダイオード16により感度良く受光され、送信光としての第1の波長 λ_1 の光はフィルタ72により遮断される。その結果、クロストークが10～20 dB程度改善される。

【0105】

また、下部搭載基板104の上面104aには、増幅器52が搭載されている。この増幅器52は、受信用フォトダイオード16からの電気信号を増幅する。受信用フォトダイオード16からの電気信号は、非常に微弱でノイズを受け易いため、このように受信用フォトダイオード16の近傍に増幅器52を設けて電気信号を増幅することにより、ノイズに対する耐性が向上される。この増幅器52としては、増幅回路としてのSi-ICや、GaAs-ICを用いることができ

る。

【0106】

上部搭載基板102の上面102a及び下部搭載基板104の上面104aには、それぞれ外部との電気的な信号の授受を行うためのリードピン24が搭載されている。これらリードピン24は、側面から外部に引き出されている。そして、送信用半導体レーザ14、受信用フォトダイオード16、モニタ用フォトダイオード22、及び増幅器52等の各素子と各リードピン24とは、ボンディングワイヤ28により電気的に接続されている。このとき、図15に示すように、下部搭載基板104の上面104aの受信用フォトダイオード16及び増幅器52が搭載される部位に凹部108を設け、この凹部108に受信用フォトダイオード16及び増幅器52を搭載するようにすれば、受信用フォトダイオード16及び増幅器52の上面と下部搭載基板104の上面との高低差が低減され、ボンディングワイヤ28の長さを短くしてより一層の高速化を図ることが可能となるため好ましい。

【0107】

また本実施形態に係る光送受信モジュール100は、上部搭載基板102を収容する筐体110を備えている。この筐体110は、鉄、銅、鉄コバルトニッケル合金、ステンレス等の金属材料や、エポキシ樹脂、液晶ポリマ等の樹脂材料から形成されている。この筐体110は、上部搭載基板102と平行に延びると共に、上部搭載基板102と略同一の面積を有する底壁部110aと、底壁部110aの周縁に設けられた側壁部110bとを含み、縦断面がコの字型をなす。従って、上部搭載基板102は、上面102a側に設けられた筐体110の側壁部110bと、下面102b側に設けられた下部搭載基板104の側壁部106との間で挟持されている。そして、筐体110の光軸Xと交差する部位には孔36が設けられており、この孔36内にボールレンズ38が固定されている。このボールレンズ38は、送信光及び受信光を集光するために設けられたものであり、これにより図示しない外部の光ファイバとの間の結合効率の向上が図られる。

【0108】

次に、上記した本実施形態に係る光送受信モジュール100の動作について説

明する。

【0109】

リードピン24を介して電気信号により送信用半導体レーザ14を駆動すると、前面14aから第1の波長 λ_1 の光が出射される。この光は、上部搭載基板102の上面102aに沿って伝搬してフィルタ20に至る（矢印A参照）。そして、一部の数%の光は、フィルタ20を透過してモニタ用フォトダイオード22により受光される（矢印B参照）。そして、モニタ用フォトダイオード22からの情報に基づいて、送信用半導体レーザ14の出射状態がモニタされ、フィードバック制御が施されることで、送信用半導体レーザ14の出射状態が好適に制御される。

【0110】

送信用半導体レーザ14から出射されフィルタ20に至る光のほとんどは、このフィルタ20により反射される。そして、進行方向を略90°変更され、光軸Xに沿って送信光として伝搬する（矢印C参照）。そして、ボールレンズ38により集光され、図示しない外部の光ファイバに向けて出射される。

【0111】

一方、図示しない外部の光ファイバ内を伝搬し、光軸Xに沿って伝搬してきた第2の波長 λ_2 の受信光は、ボールレンズ38により集光される。そして、フィルタ20を透過され上部搭載基板102の連通孔18を通って、下部搭載基板104の上面104aに搭載された受信用フォトダイオード16により受光される（矢印D参照）。そして、光電変換により生成された電気信号が増幅器52により増幅された後、リードピン24を介して外部に取り出される。

【0112】

次に、本実施形態に係る光送受信モジュール100の製造方法の一例について説明する。

【0113】

図16及び図17は、本実施形態に係る光送受信モジュール100の製造方法を説明する図である。図16に示すように、上部搭載基板102の上面102aに送信用半導体レーザ14、モニタ用フォトダイオード22、フィルタ20、及

びリードピン24を搭載し、下面102bにフィルタ72を搭載して、ワイヤボンディング28を施して送信側のモジュールを形成する。次に、下部搭載基板104の上面104aに受信用フォトダイオード16、増幅器52、及びリードピン24を搭載し、ワイヤボンディング28を施して受信側のモジュールを形成する。

【0114】

次に、送信側のモジュールと受信側のモジュールとで別々に検査を行い、不良品を排除する。そして、図16に示すように、上部搭載基板102の下面102bと下部搭載基板104の上面104aとが向き合うようにして、下部搭載基板104の側壁部106を介して、送信側のモジュールと受信側のモジュールとを組み付ける。

【0115】

そして、図17に示すように、ボールレンズ38が設けられた筐体110を上部搭載基板102の上面102a側に配置し、側壁部110bを介して筐体110と下部搭載基板104との間に上部搭載基板102を挟持させる。このようにして、光送受信モジュール100が製造される。

【0116】

次に、本実施形態に係る光送受信モジュール100の作用及び効果について説明する。

【0117】

本実施形態に係る光送受信モジュール100では、上部搭載基板102に送信用半導体レーザ14を搭載し、下部搭載基板104に受信用フォトダイオード16を搭載しており、これら上部搭載基板102と下部搭載基板104とを組付けて構成しているため、従来のように別々のパッケージに収容してこれらをフェルールに組み付ける場合と比べて、部品点数が低減され組立の手間が省略されて低コスト化が図られると共に、モジュール全体の小型化が図られる。また、上部搭載基板102上に送信用半導体レーザ14等を搭載した送信側のモジュールと、下部搭載基板104上に受信用フォトダイオード16等を搭載した受信側のモジュールとを別々に製作し、それぞれ別々に検査をすることが可能であるため、良

品だけを組付けることで、不良損が減少して歩留まりを向上することが可能となる。

【0118】

また本実施形態に係る光送受信モジュール100では、上部搭載基板102の上面102aに送信用半導体レーザ14を搭載し、下部搭載基板104の上面104aに受信用フォトダイオード16を搭載して、送信側と受信側とを分離しているため、クロストークを低減することが可能となる。

【0119】

また本実施形態に係る光送受信モジュール100では、光軸Xに対して上部搭載基板102を直交するように配置し、送信用半導体レーザ14からの光をフィルタ20により反射するように構成しているため、上部搭載基板102の上面102aであってフィルタ20を挟んで半導体レーザ14の反対側の領域の有効利用を図ることが可能となる。例えば、本実施形態ではフィルタ20を挟んで送信用半導体レーザ14の反対側にモニタ用フォトダイオード22を搭載することにより、上部搭載基板102の上面102aの有効利用が図られている。

【0120】

また、このようにモニタ用フォトダイオード22を搭載し、フィルタ20を透過してきた光をモニタすることで、送信用半導体レーザ14から出射される送信光を好適に制御することが可能となる。また、上面入射型の構造のモニタ用フォトダイオード22を利用することで、価格的にまた作業効率の観点から、コストの抑制を図ることが可能となる。

【0121】

また本実施形態に係る光送受信モジュール100では、受信用フォトダイオード16も上面入射型の構造を有するため、価格的にまた作業効率の観点から、コストの抑制を図ることが可能となる。

【0122】

また本実施形態に係る光送受信モジュール100では、ボールレンズ38を設けることにより、図示しない外部の光ファイバとの間の結合効率の向上を図ることが可能となる。

【0123】

また本実施形態に係る光送受信モジュール100では、上部搭載基板102を収容する筐体110を設けたことにより、上部搭載基板102に搭載された送信用半導体レーザ14などの素子が封止されて、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。また、下部搭載基板104を筐体としても機能させることにより、受信用フォトダイオード16などの素子が封止されて、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。特に、上部搭載基板102を筐体110と下部搭載基板104との間で挟持するように構成したため、モジュールの封止を容易に行うことが可能となる。

【0124】

本実施形態に係る光送受信モジュール100の製造方法によれば、上部搭載基板102に送信用半導体レーザ14等が搭載された送信側のモジュールと、下部搭載基板104に受信用フォトダイオード16等が搭載された受信側のモジュールとを別々に製作し、それぞれ別々に検査をすることが可能であるため、良品だけを組付けて一体化することで、不良損が減少して歩留まりの向上を図ることが可能となる。

【0125】

また、上部搭載基板102と下部搭載基板104とを利用することにより、放熱性、絶縁性、伸縮性、及び誘電率等の諸特性を勘案して、それぞれの基板の材質を最適化することが可能となる。例えば、上部搭載基板102及び下部搭載基板104のそれぞれは、コストの観点から例えば液晶ポリマやポリイミド等の樹脂材料から形成してもよいし、放熱性の観点からシリコン基板から形成してもよい。また、窒化アルミ（AlN）やアルミナ（Al₂O₃）から形成してもよい。但し、上部搭載基板102は、クロストークを低減するため、遮光性を有する材料から形成すると好ましい。

【0126】**(第8実施形態)**

次に、第8実施形態に係る光送受信モジュールについて説明する。なお、上記した第1～第7実施形態に係る光送受信モジュールと同一の要素には同一の符号

を附し、重複する説明を省略する。

【0127】

図18は、第8実施形態に係る光送受信モジュール120の構成を示す断面図である。この光送受信モジュール120は、上部搭載基板102の上面102aが樹脂モールドされている点で、第7実施形態に係る光送受信モジュール100と相違する。すなわち、第7実施形態に係る光送受信モジュール100では筐体110により上部搭載基板102の上面102aを封止していたが、本実施形態に係る光送受信モジュール120では、樹脂材料により樹脂モールドして上部搭載基板102の上面102aを封止しており、ボールレンズ38はこのモールド樹脂92中に埋め込まれている。

【0128】

上部搭載基板102の上面102aを封止するモールド樹脂92としては、例えばエポキシ樹脂等が挙げられる。但し、送信光や受信光が伝搬する光路やボンディングワイヤが施されている部位は、図18に示すように、透光性を有し且つ比較的柔らかいシリコーン樹脂、アクリル系樹脂等の樹脂94によりモールドされていると好ましい。

【0129】

次に、本実施形態に係る光送受信モジュール120の製造方法の一例について説明する。

【0130】

まず、図16を用いて上記第7実施形態で説明したのと同様にして、送信側のモジュールと受信側のモジュールとを組み付けたものを用意する。そして、図19に示すように、上部搭載基板102の上面102に、シリコーン樹脂等の透光性を有し且つ柔らかい樹脂94により、樹脂ポッティングを施す。

【0131】

そして、図20に示すように、モールド樹脂94によるモールド部分が所望の外形となるような内部形状を有する金型122内の所定位置に、上記樹脂ポッティングを施した上部搭載基板102及び下部搭載基板104とボールレンズ34とを収容する。なお、この金型122にはボールレンズ38を位置決めするため

の凹部122aが形成されている。そして、金型122内にエポキシ樹脂等のモールド樹脂94を充填する。このようにして、光送受信モジュール120が製造される。

【0132】

本実施形態に係る光送受信モジュール120によれば、上部搭載基板102に搭載された送信用半導体レーザ14や受信用フォトダイオード16などの素子がモールド樹脂92, 94により封止されることで、長期的に安定した動作を確保することが可能となる。また、筐体110により封止する場合と比べて、より安価に封止を実現することが可能となる。特に、ボールレンズ38はモールド樹脂92中に埋め込まれているため、特別の固定手段を用いることなく固定することが可能となって、コストの低減が図られる。

【0133】

また本実施形態に係る光送受信モジュール120の製造方法によれば、モールド樹脂92による樹脂モールドとボールレンズ38の埋め込みとを同時にを行うことができ、製造効率の向上を図ることが可能となる。

【0134】

(第9実施形態)

次に、第9実施形態に係る光送受信モジュールについて説明する。なお、上記した第1～第8実施形態に係る光送受信モジュールと同一の要素には同一の符号を附し、重複する説明を省略する。

【0135】

図21は、第9実施形態に係る光送受信モジュール130の構成を示す断面図である。この光送受信モジュール130では、第3実施形態に係る光送受信モジュール50と基本構成が同一であり、更に外部の光ファイバ132が挿通されたフェルール134を嵌め込んで保持するための嵌合部136を備えている。この嵌合部136は、上部筐体32の底壁部32a上に設けられている。この嵌合部136は、光軸Xに沿って伸びる円筒状の第1のスリーブ138と、この第1のスリーブ138の内側に同軸的に設けられた円筒状の第2のスリーブ140とを有する。第1のスリーブ138は、ステンレスやコバール、真鍛等の材料から形

成されている。一方、第2のスリーブ140は、ステンレス、ジルコニア、アルミナ等の材料から形成されている。

【0136】

これにより、外部の光ファイバ132が挿通されたフェルール134は、嵌合部136の第2のスリーブ140内に矢印Zで示す方向に挿脱可能に固定される。

【0137】

本実施形態に係る光送受信モジュール130では、嵌合部136が設けられているため、外部の光ファイバ132との良好な光学的結合を容易に実現することが可能となる。

【0138】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されることなく、種々の変形が可能である。例えば、図22に示すように、リードピン24を屈曲させて、光軸Xに沿う方向に延伸させてもよい。

【0139】

また、搭載基板12の側面が筐体の一部を構成することなく、搭載基板12が完全に内部に収容されるように筐体を構成してもよい。

【0140】

また、第9実施形態に係る光送受信モジュール130について説明した嵌合部136を、他の実施形態に係る光送受信モジュールに設けてもよい。このように、第1～第9実施形態に係る光送受信モジュールについて説明した各構成要素は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各々組み合わせることが可能である。

【0141】

【発明の効果】

本発明によれば、小型でコストの低減を図ることが可能な光送受信モジュール及びその製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図 2】

上部筐体を取り外した状態での第1実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す平面図である。

【図 3】

第1実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である。

○

【図 4】

第1実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である。

○

【図 5】

第2実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図 6】

第3実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図 7】

受信用フォトダイオードの構成を示す断面図である。

【図 8】

第4実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図 9】

第5実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図 10】

第5実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である。

○

【図 11】

第5実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である。

○

【図 12】

第6実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図 13】

第6実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である。

【図14】

第6実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である

【図15】

第7実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図16】

第7実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である

【図17】

第7実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である

【図18】

第8実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図19】

第8実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である

【図20】

第8実施形態に係る光送受信モジュールの製造方法を説明するための図である

【図21】

第9実施形態に係る光送受信モジュールの構成を示す縦断面図である。

【図22】

リードピンを屈曲させて光軸Xに沿って延伸させた状態を説明する図である。

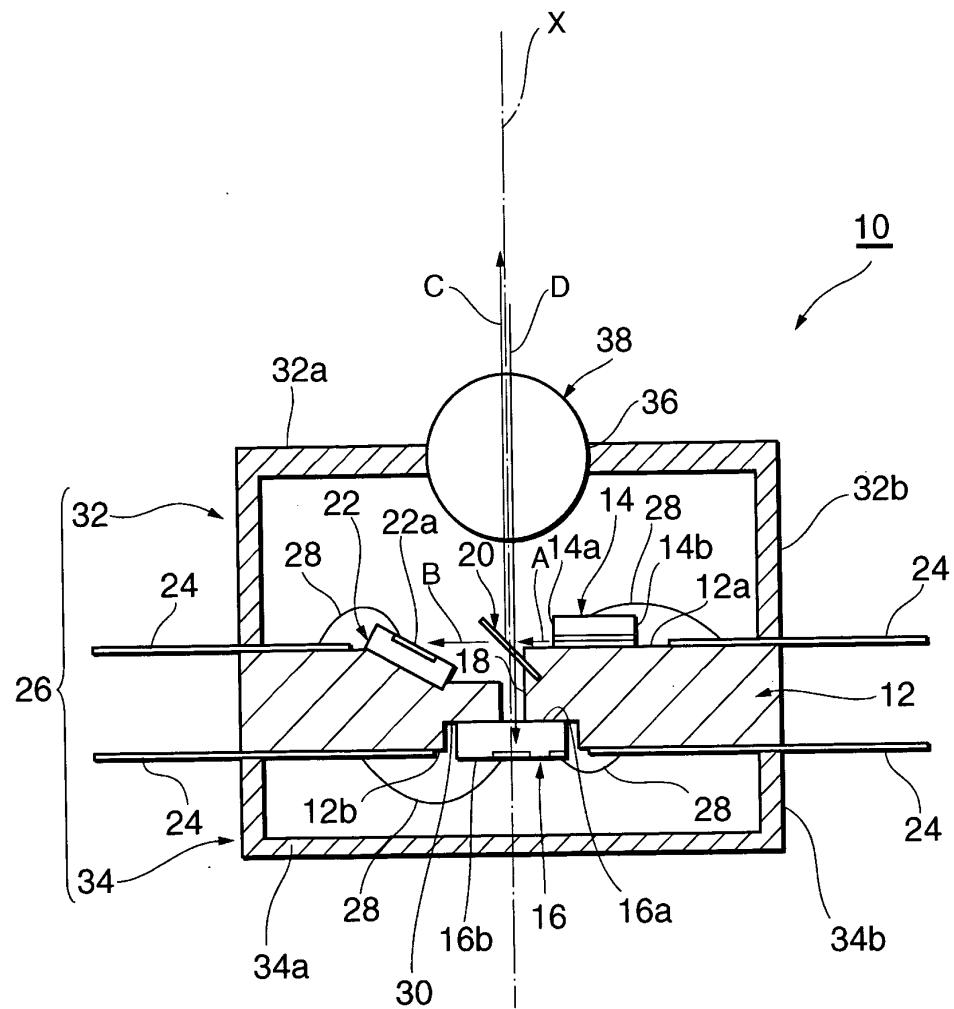
【符号の説明】

10, 40, 50, 70, 80, 90, 100, 120, 130…光送受信モジュール、12…搭載基板、14…送信用半導体レーザ、16…受信用フォトダイオード、18…連通孔、20, 72…フィルタ、22…モニタ用フォトダイオード、52…増幅器、82…上部基板、84…下部基板、38…ボールレンズ、

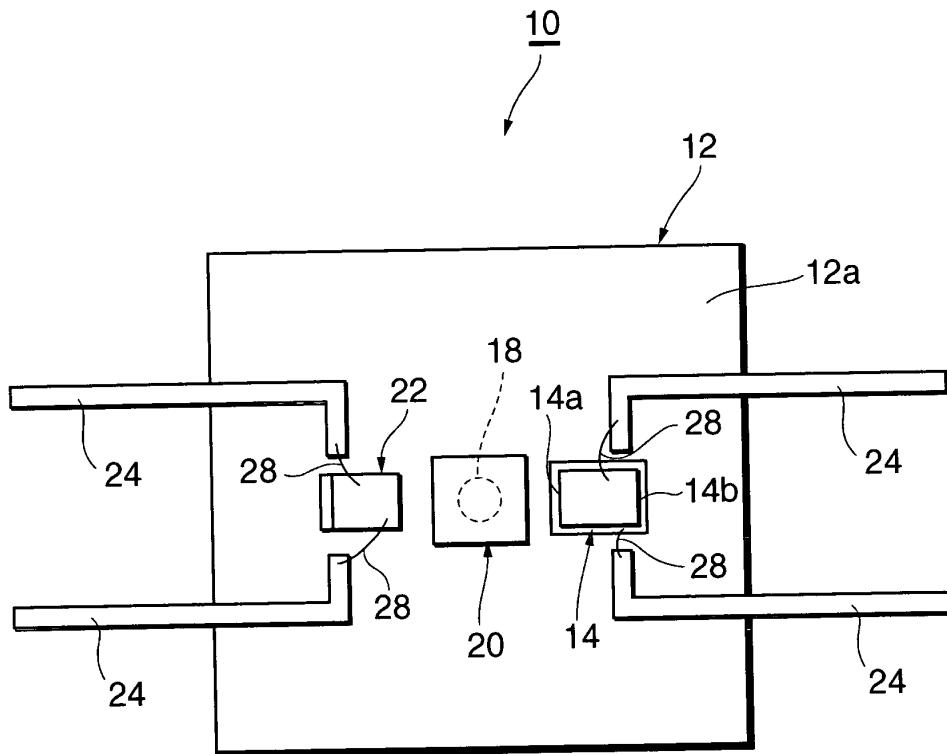
26, 110…筐体、32…上部筐体、34…下部筐体、92, 94…モールド
樹脂、136…嵌合部、102…上部搭載基板、104…下部搭載基板、96,
122…金型、X…光軸。

【書類名】 図面

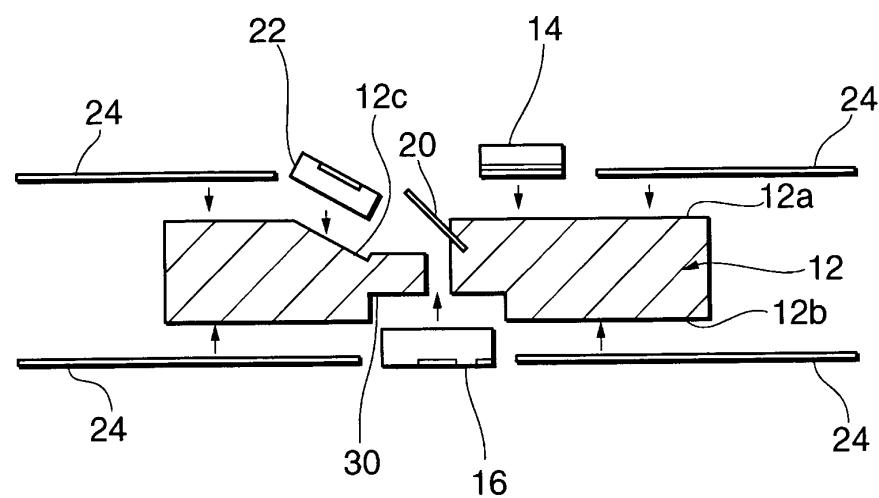
【図 1】



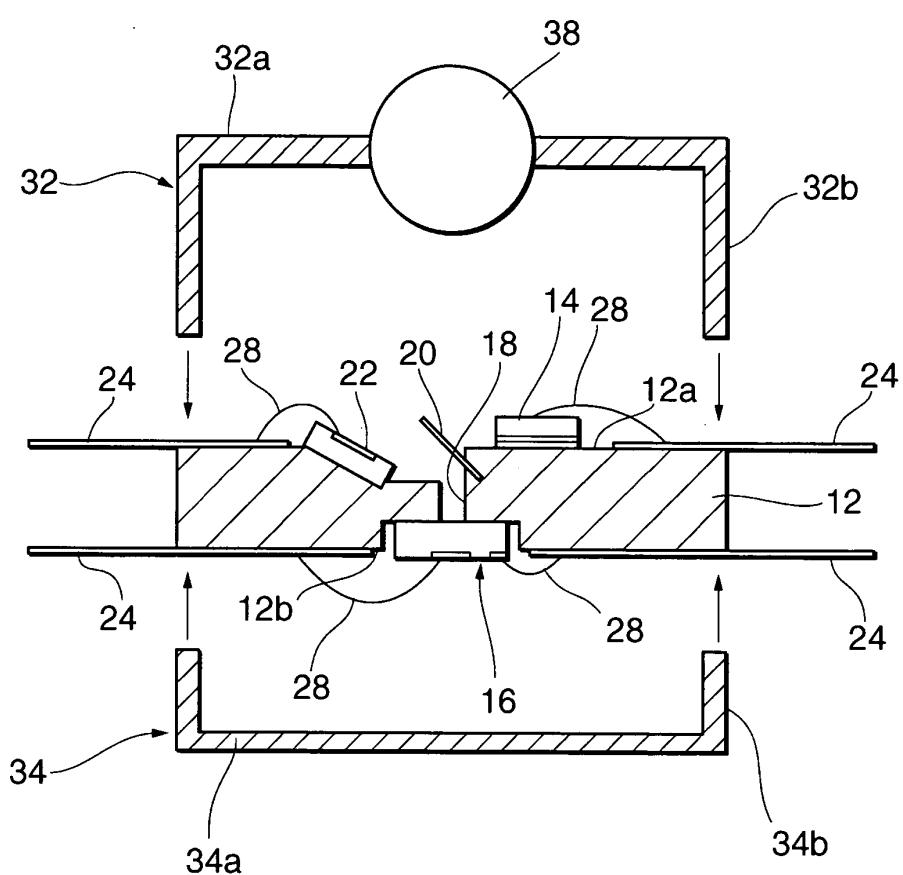
【図2】



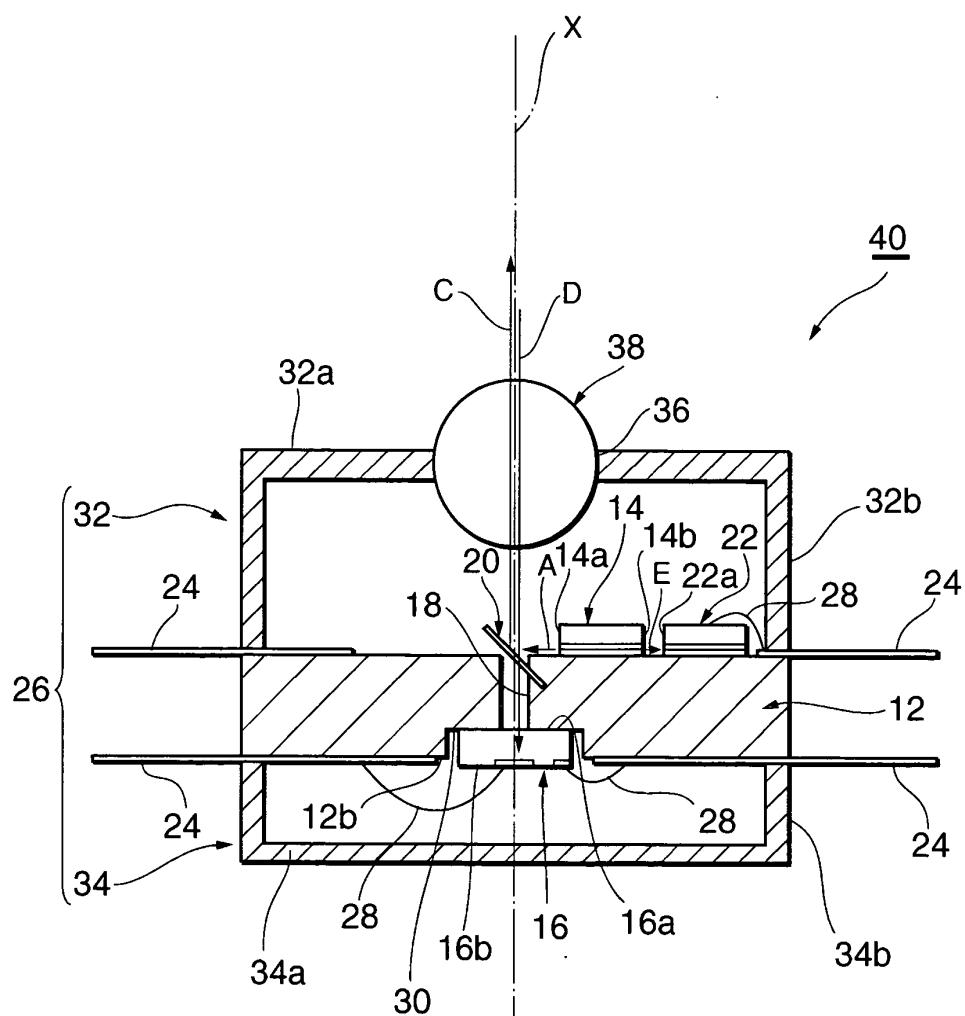
【図3】



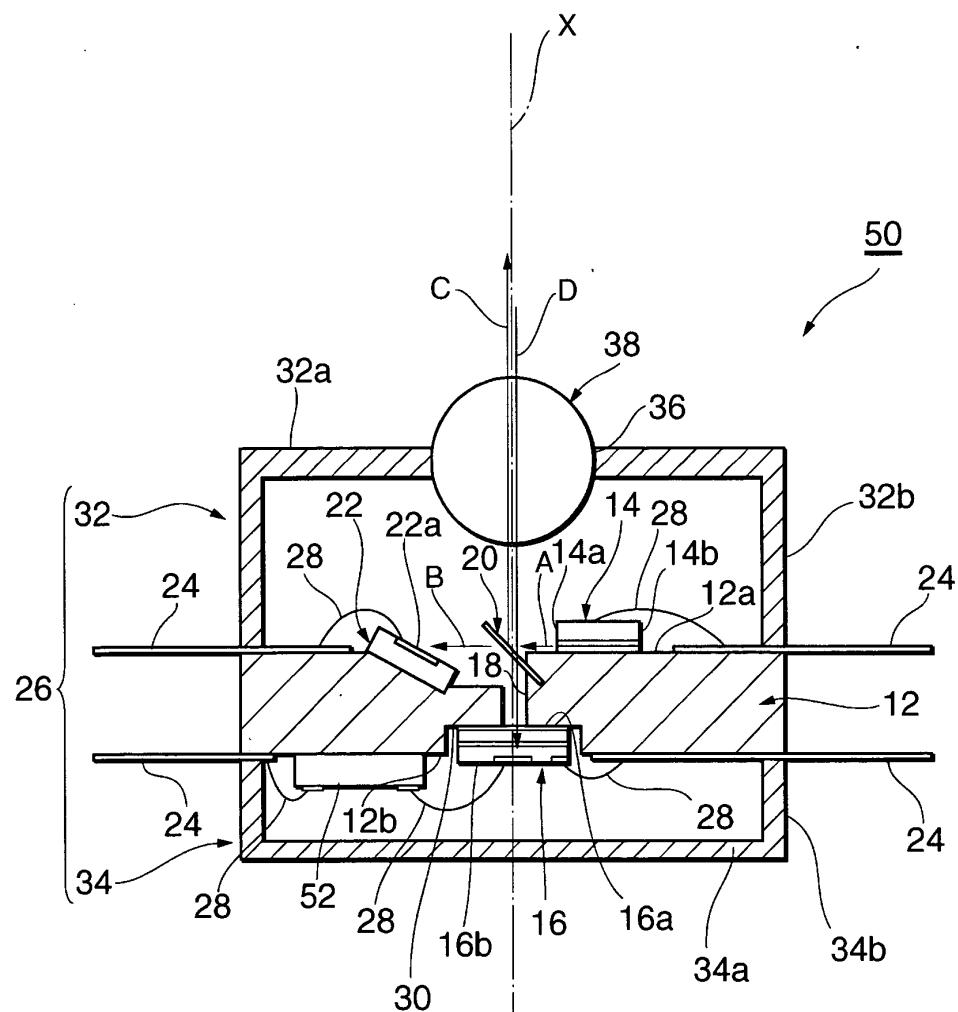
【図4】



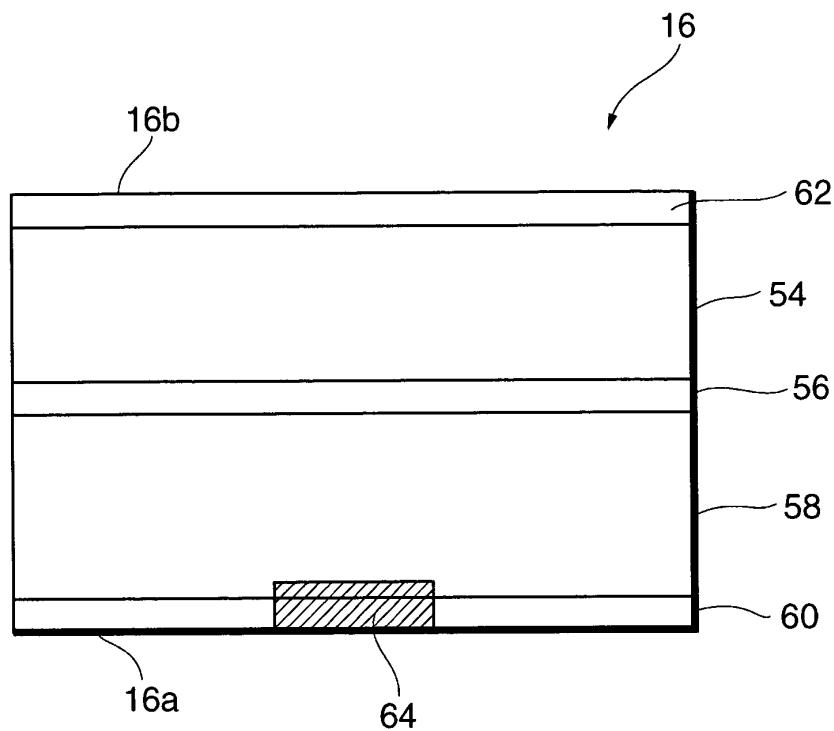
【図5】



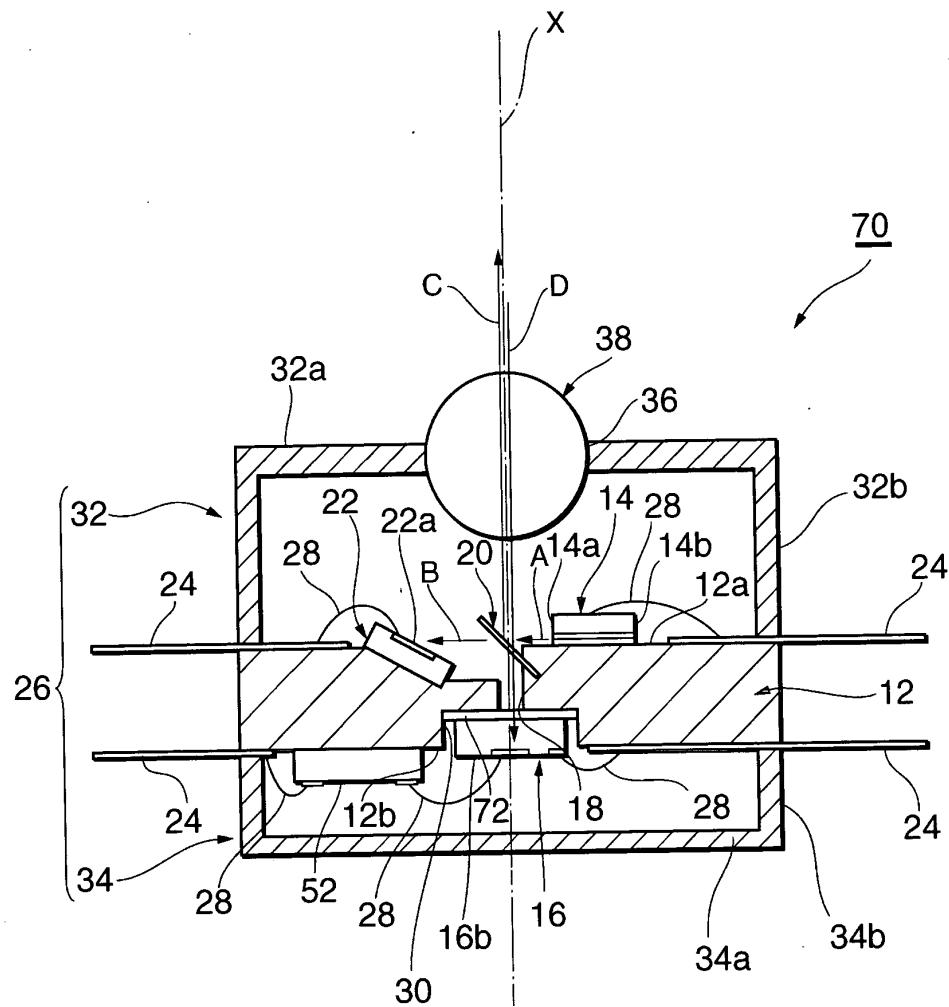
【図6】



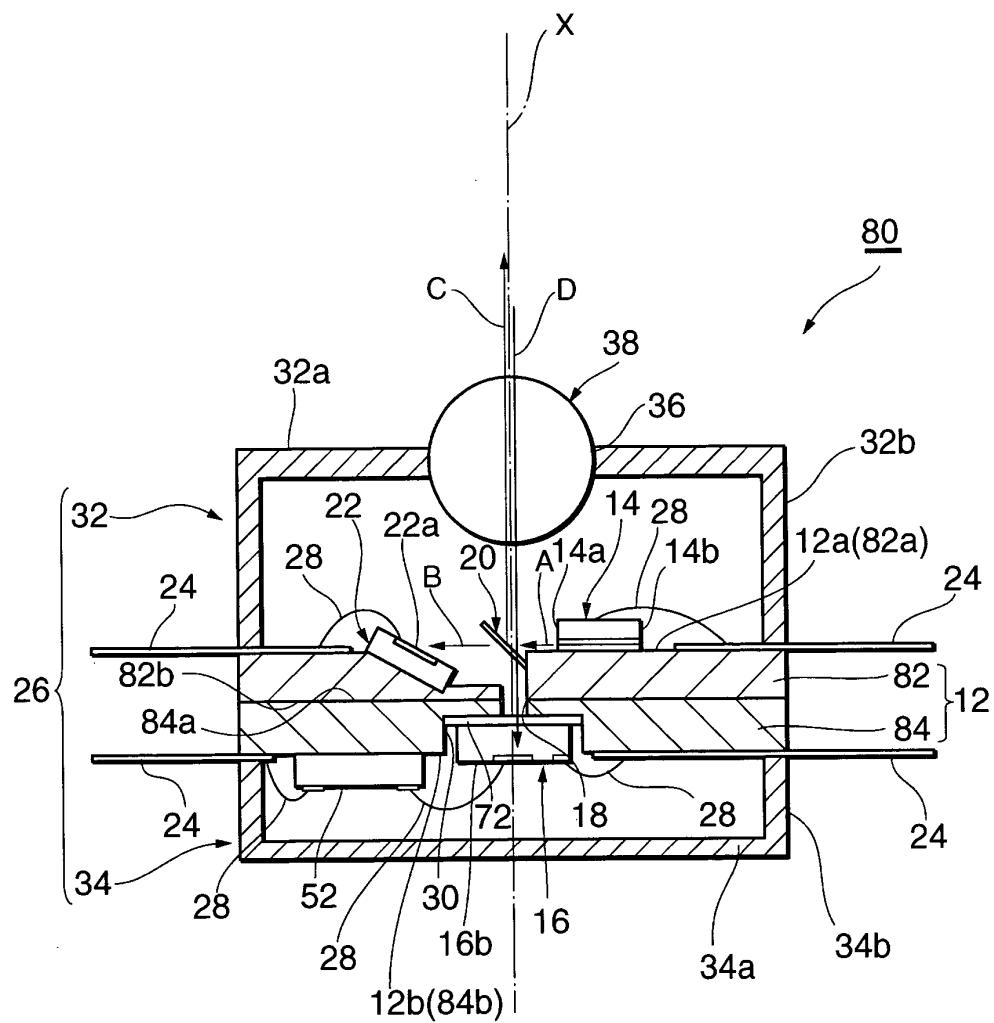
【図7】



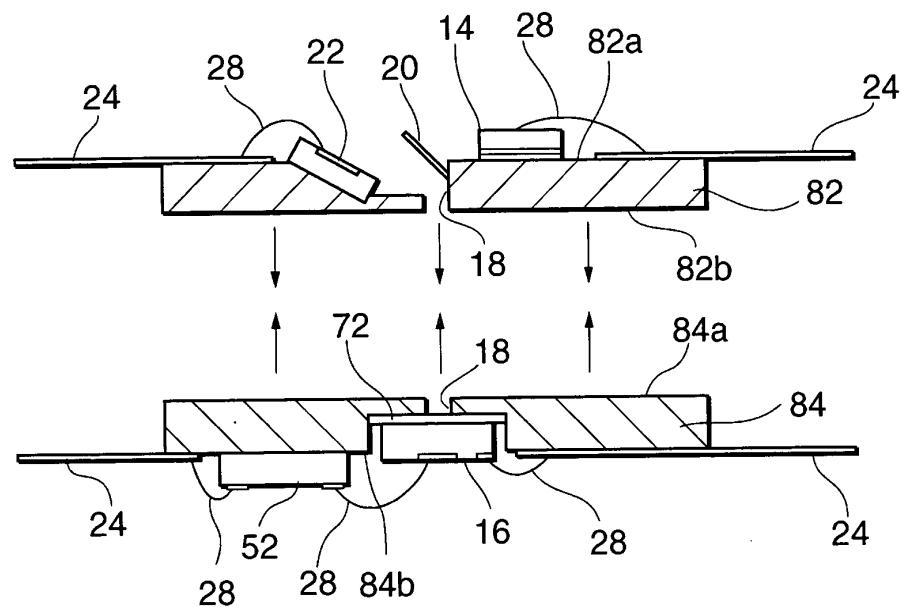
【図8】



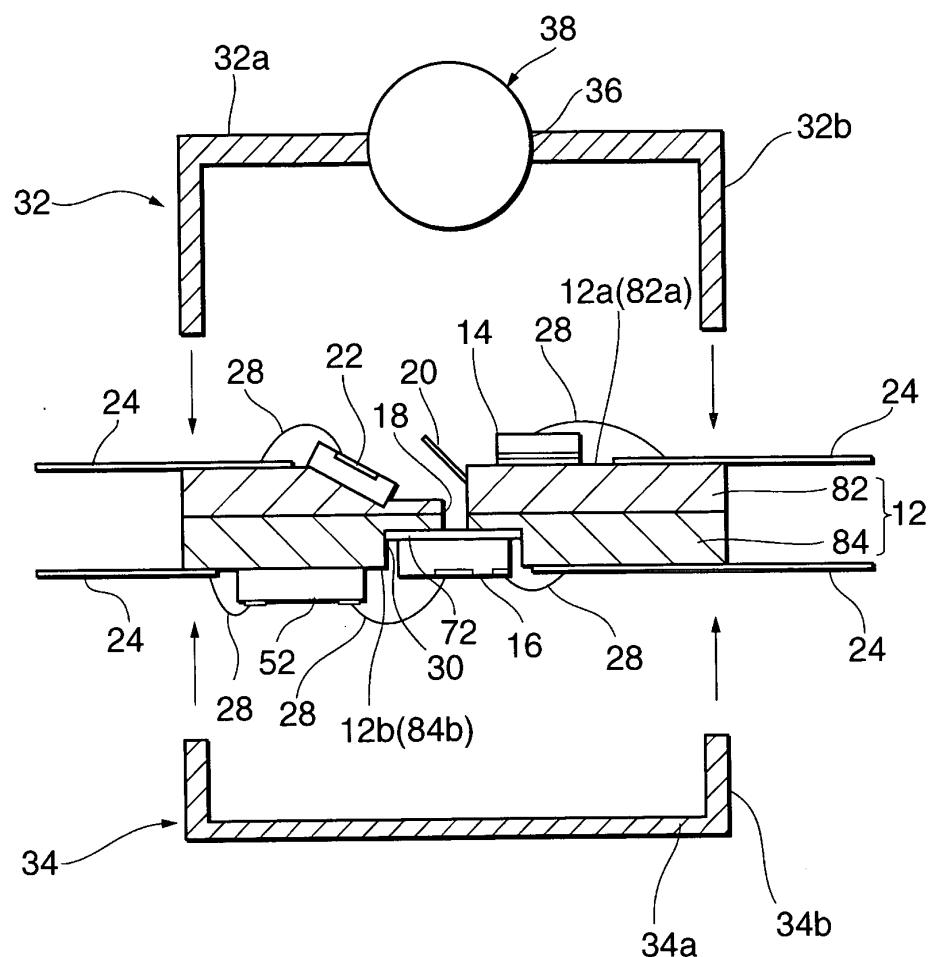
【図9】



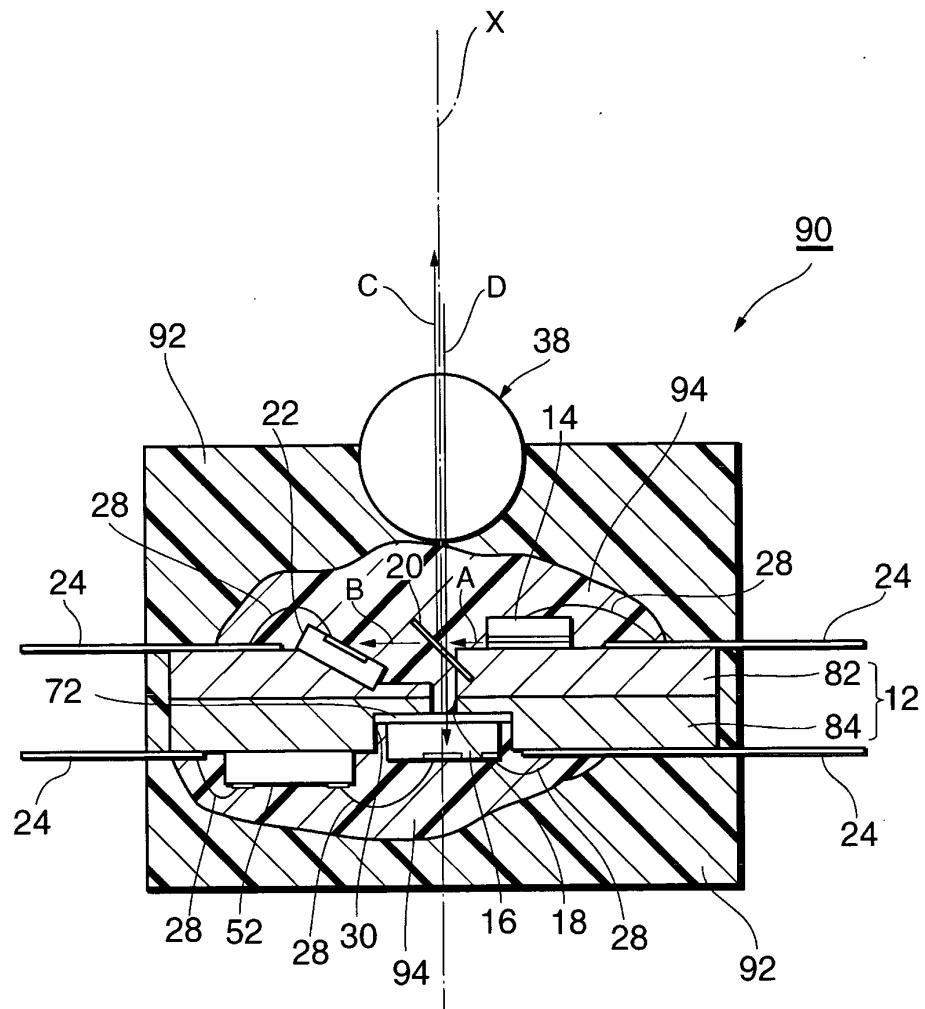
【図10】



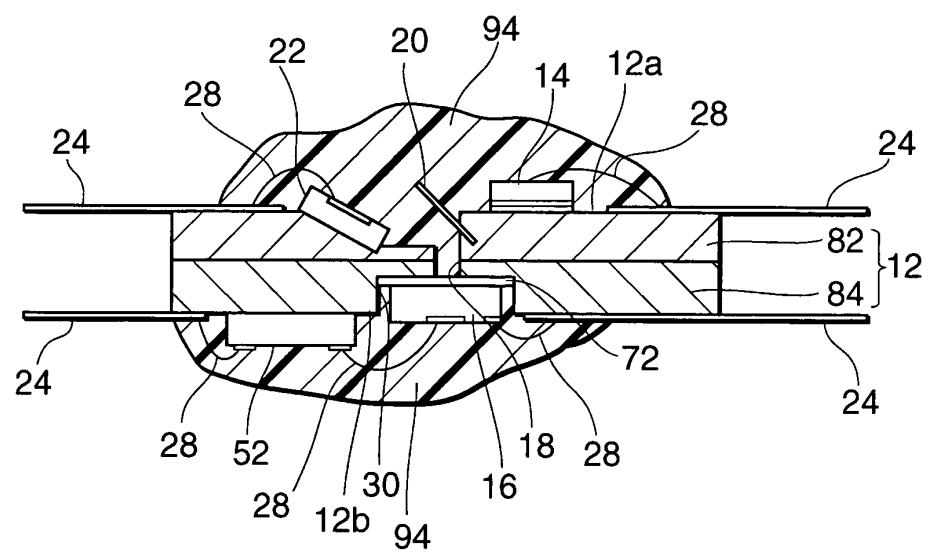
【図11】



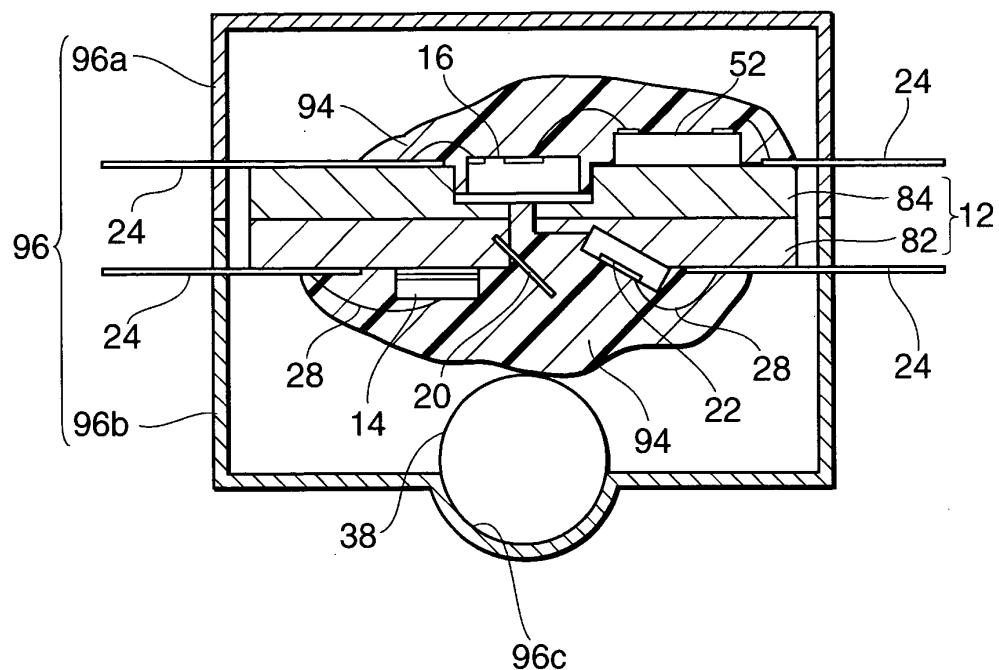
【図12】



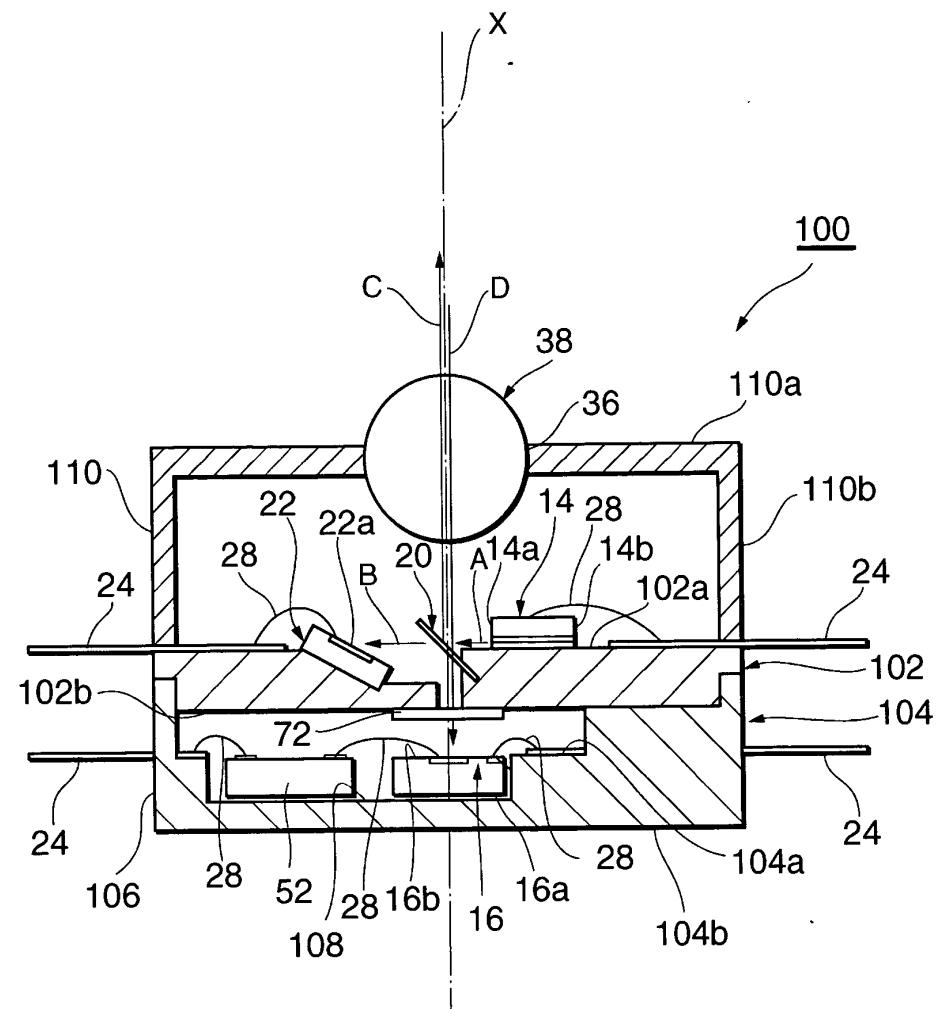
【図13】



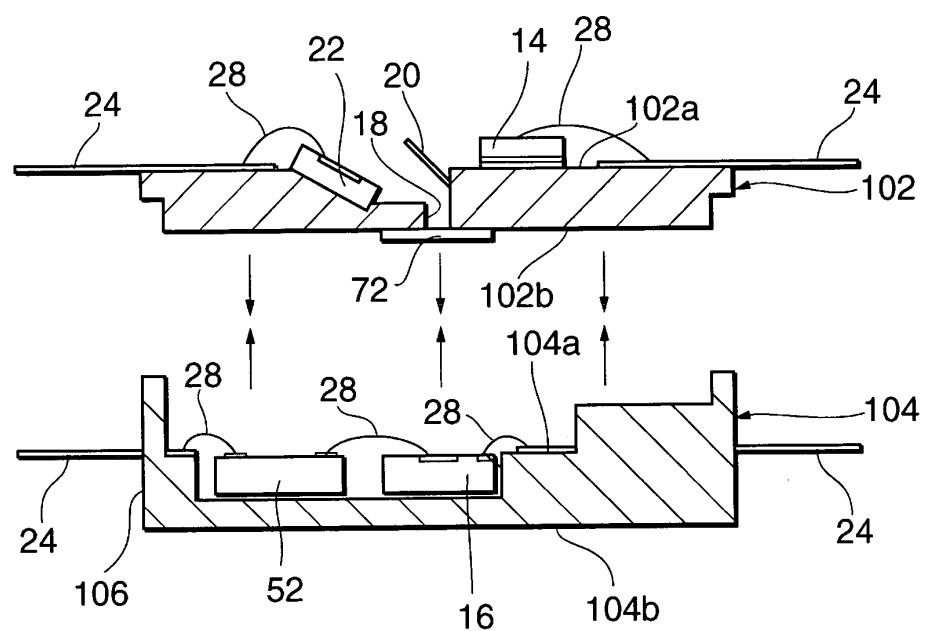
【図14】



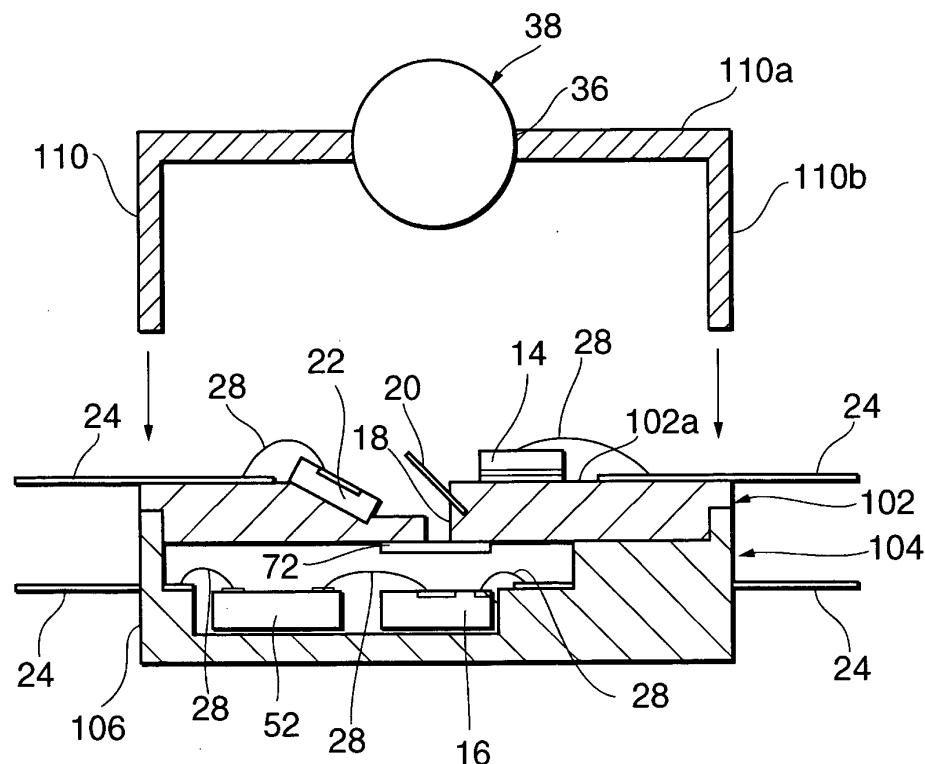
【図15】



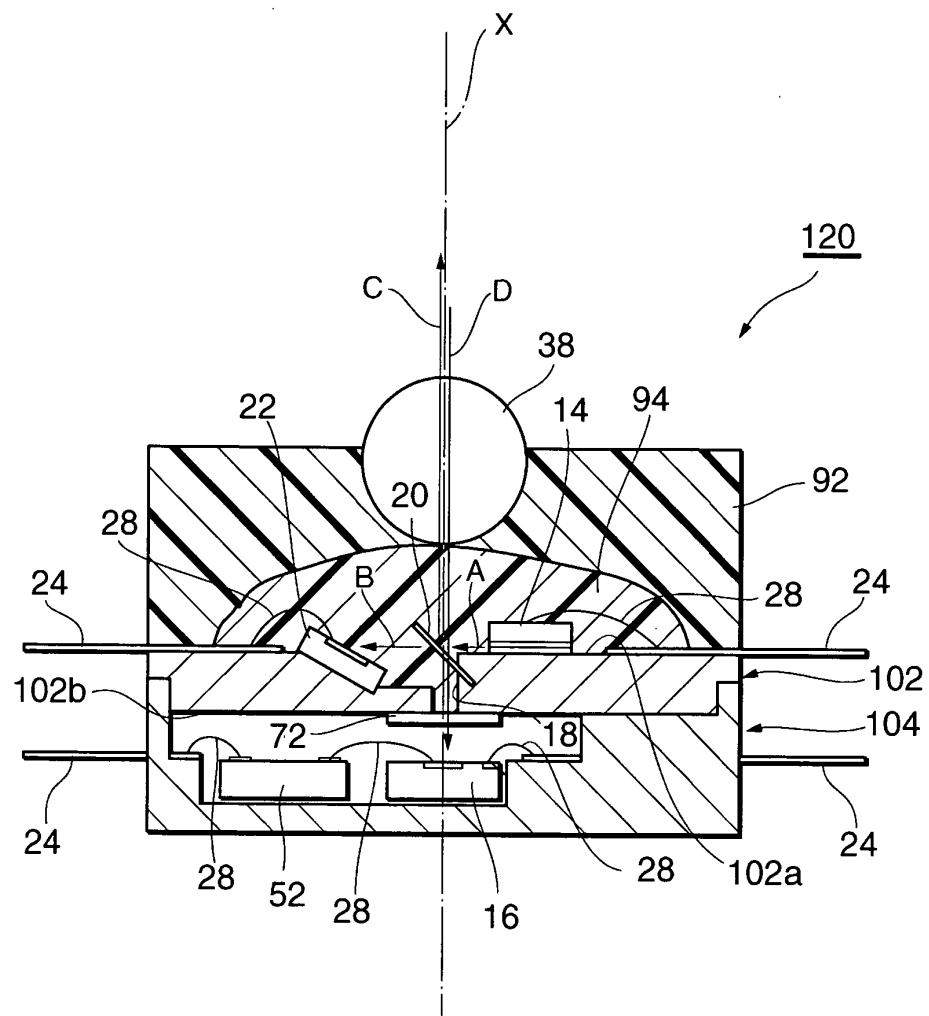
【図16】



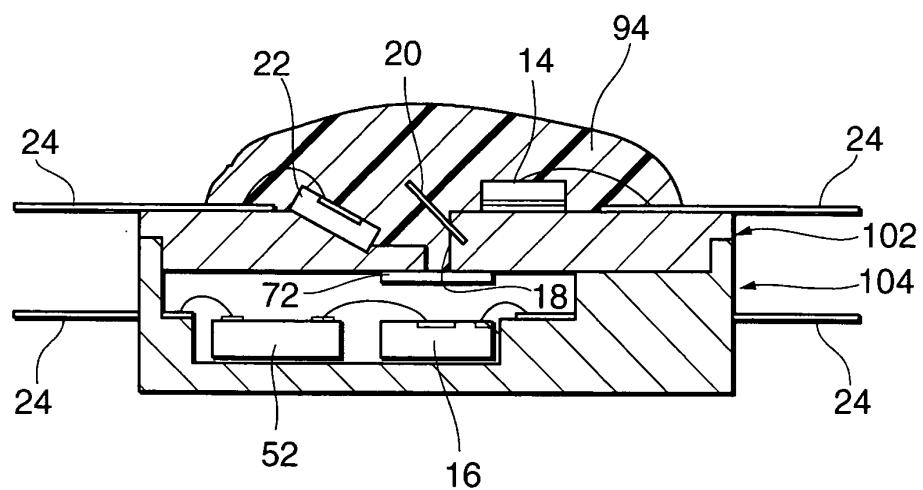
【図17】



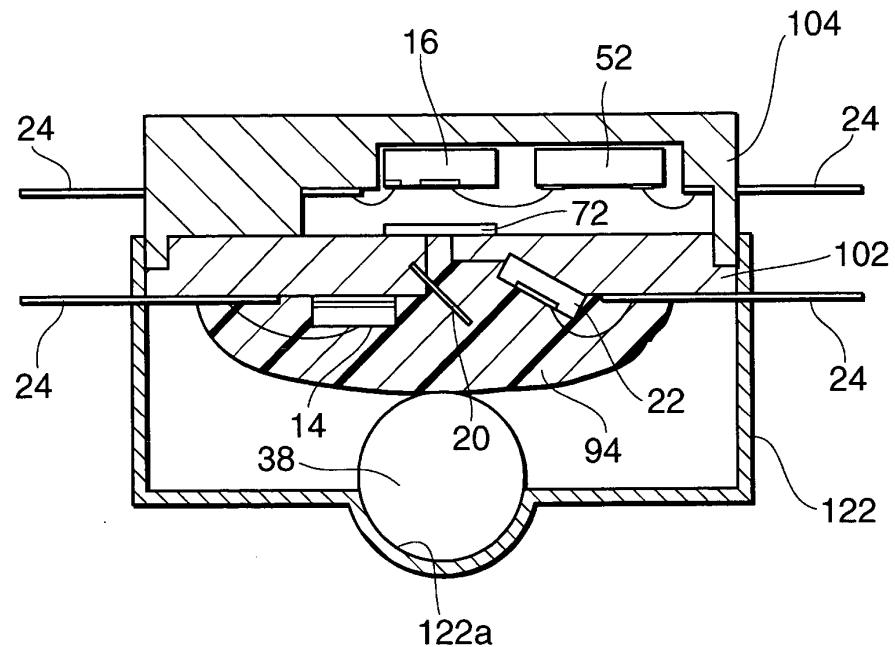
【図18】



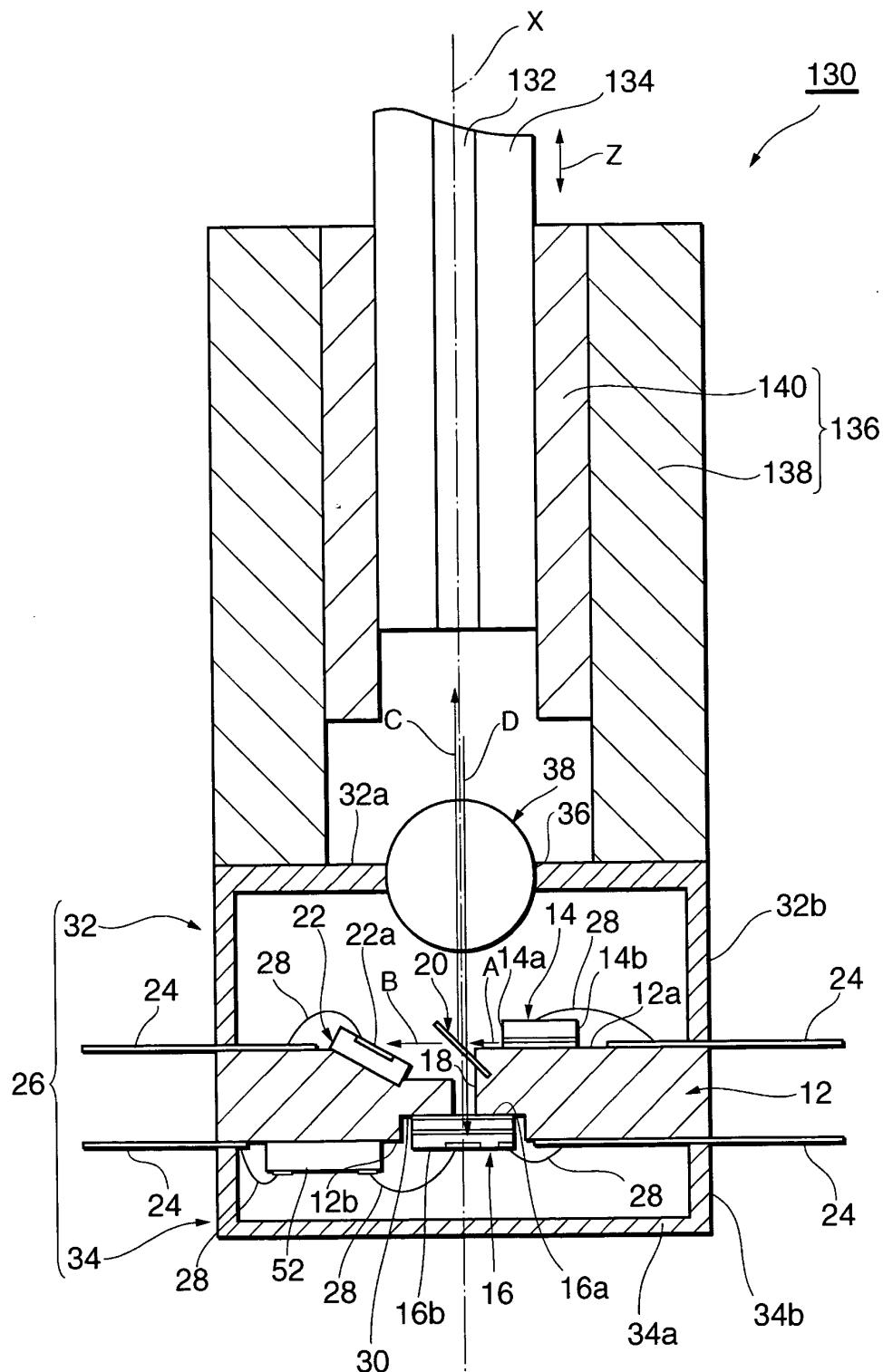
【図19】



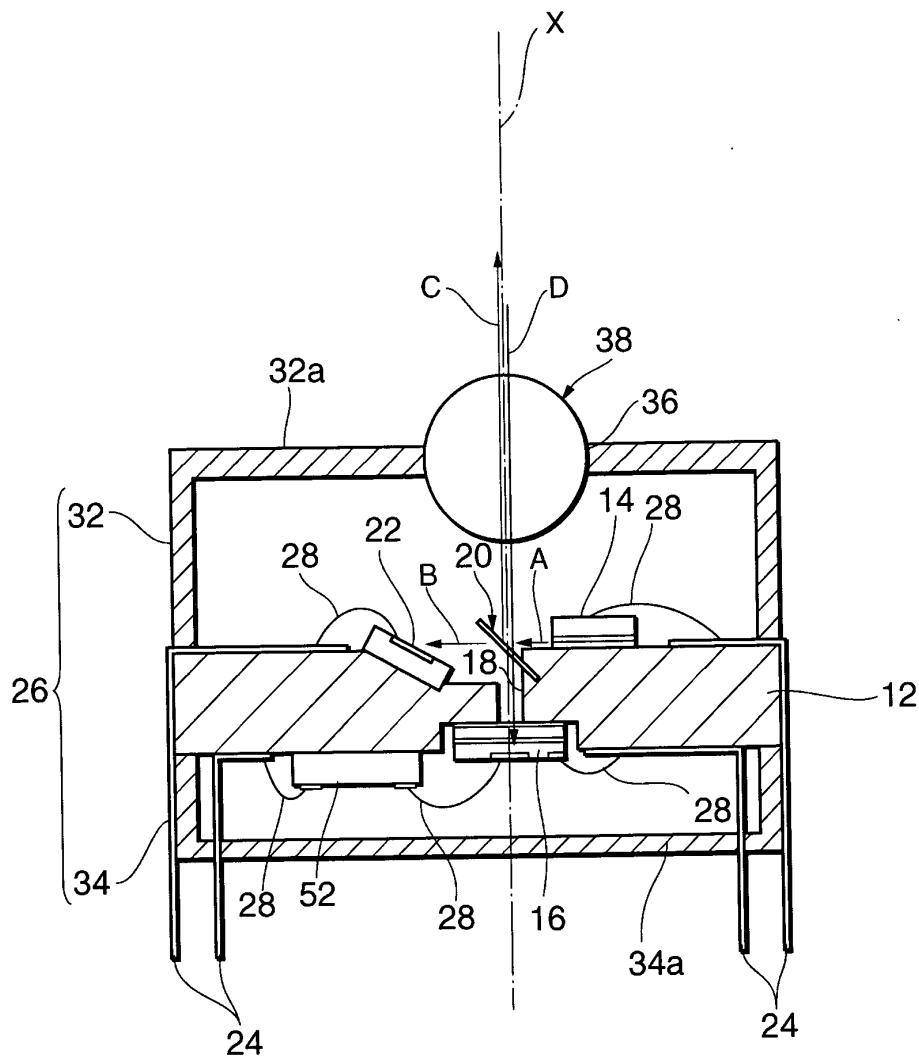
【図20】



【図21】



【図22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型でコストの低減を図ることが可能な光送受信モジュール及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 光送受信モジュール10は、（1）所定軸Xと交差するように設けられており、互いに対向する第1及び第2の主面を有する搭載基板12と、（2）第1の主面上に搭載されており、第1の波長の光を出射する送信用半導体レーザ14と、（3）所定軸X上であって第2の主面上に搭載されており、第2の波長の光を受光する受信用フォトダイオード16と、（4）搭載基板12の受信用フォトダイオード16が搭載される部位に設けられており、第1及び第2の主面を連通する連通孔18と、（5）所定軸X上であって第1の主面と交差する部位に設けられており、第1の波長の光を反射すると共に第2の波長の光を透過させる第1のフィルタ20と、を備える。

【選択図】 図1

特願2003-016433

出願人履歴情報

識別番号

[000002130]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

氏 名

住友電気工業株式会社